

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les différentes phases de la procédure manuelle de désinfection	11
Tableau 2: MS Project.....	14
Tableau 3: Besoins retenus par la méthode qualitative	18
Tableau 4: Fonctions déterminées par la conversion des besoins en fonctions.....	19
Tableau 5: Fonctions déterminées par la recherche intuitive	20
Tableau 6: Caractéristiques des interacteurs	22
Tableau 7: Fonctions déterminées par l'examen d'environnement.....	22
Tableau 8: Fonctions déterminées par l'examen d'environnement.....	24
Tableau 9: Fonctions déterminées par l'examen d'environnement.....	24
Tableau 10: Job story.....	25
Tableau 11: Fonctions déterminées par la méthode de Job-To-Be-Done.....	27
Tableau 12: Fonctions utilisés dans la création de l'arbre fonctionnelle.....	28
Tableau 13: Fonctions trouvée par l'arbre fonctionnel.....	31
Tableau 14: Liste des spécifications de la McDAE.....	35
Tableau 15: Liste des fonctions complémentaires non-génératrices de spécifications	36
Tableau 16: Spécifications d'ingénierie critiques.....	39
Tableau 17: composants du Panneau de contrôle/affichage (concept1).....	44
Tableau 18: composants du panneau de contrôle/affichage (concept2)	45
Tableau 19: Matrice Pugh	50
Tableau 20: Description des critères des concepts	51
Tableau 21 : Propriétés de l'acier allié inoxydable X2CRNIMO18-14-3	54
Tableau 22: Propriétés volumétriques des deux composants du porte-endoscope.....	54
Tableau 23: Analyse statique du porte-crochet	55
Tableau 24: Force exercée sur le crochet	55
Tableau 25: propriétés volumétriques des composants du porte endoscope	57
Tableau 26: Analyse statique du porte-panier	58
Tableau 27: Force exercées sur l'assemblage panier.....	59
Tableau 28: Propriétés de l'acier de construction (non allié)	61
Tableau 29: Références des écrous selon le type de vis	64
Tableau 30: Caractéristiques techniques des roulements - 6202-2RS-14-C3.....	65
Tableau 31: Caractéristiques techniques du moteur JK42HS40-1704-13A	65
Tableau 33 : Caractéristiques Mécaniques du moteur JK42HS40-1704-13A.....	66
Tableau 34: Caractéristiques technique des composants du système	67
Tableau 35: Caractéristiques technique du servomoteur HSR1425R.....	67
Tableau 36: propriétés volumétriques des deux composants du porte-brosse.....	69
Tableau 37: Analyse statique du porte-brosse.....	70
Tableau 38: Force exercée sur le porte-brosse	70
Tableau 39: Liste des composants du sous-système de déplacement.....	79
Tableau 40: Liste des composants du sous-système de brossage	79
Tableau 41: Liste des composants du sous-système de fixation.....	80
Tableau 42: Liste des composants du sous-système de contrôle.....	80
Tableau 43: investissement total du projet partie mécanique	80

Liste des figures

Figure 1: Endoscope souple.....	9
Figure 2 : Machine ultrasons	15
Figure 3: Machine Verticale	16
Figure 4: Machine Horizontale.....	16
Figure 5 : Examen d'environnement de la machine McDAE	21
Figure 6: Arbre fonctionnel.....	30
Figure 7: Structure fonctionnelle de la machine par sous-systèmes.....	36
Figure 8: Configuration physique de la machine par sous-systèmes.....	37
Figure 9: QFD de la McDAE	38
Figure 10: Vérin sans tige à vis Trapézoïdale	39
Figure 11: Vérin sans tige à courroie crantée	40
Figure 12: Brosse à système engrenage.....	41
Figure 14: Brosse à système de rotation.....	42
Figure 15: Boite de nettoyage (forme Horizontale	42
Figure 16: Boite de nettoyage (forme verticale).....	43
Figure 17Panneau e contrôle/affichage (concept2)	45
Figure 18: Concept 1 de la McNAE	46
Figure 19 :Concept 2 de la McNAE	47
Figure 20 :Concept 3 de la McNAE	48
Figure 21 : Concept 4 de la McNAE.....	49
Figure 22: Assemblage panier-Analyse statique 1-Contraintes-	60
Figure 23: courbes de flambement selon le type de vis.....	63
Figure 24: Dessin de l'écrou.....	64
Figure 25: Assemblage porte brosse-Analyse statique 1 -Contraintes1	71
Figure 26 : schéma numérique par solidworks du mécanisme brossage/déplacement.....	72
Figure 27: Représentation graphique des liaisons du mécanisme brossage/déplacement	73
Figure 28: schéma cinématique fermée du mécanisme brossage/déplacement.....	73
Figure 29: Logigramme du fonctionnement de la partie brossage	75
Figure 30 : Logigramme du fonctionnent de la partie nettoyage.....	76
Figure 31 : Logigramme global du fonctionnement de la McDAE.....	77
Figure 32: Business Model Canvas	85

Sommaire

Remerciement	3
Résumé	4
Liste des tableaux	5
Liste des figures	6
Introduction générale	5
Chapitre 1 : Recherche des opportunités	8
I. Entreprise.....	8
1. Présentation	8
2. Secteur d'activité	8
3. Gamme de produits.....	8
II. Endoscopie	9
III. Endoscope.....	9
IV. Contexte du projet	9
V. Etat actuel	10
VI. La problématique.....	12
VII. Objectif de projet.....	13
VIII. MS Project.....	13
IX. Recherche des opportunités	15
1. Première opportunité	15
2. Deuxième opportunité	16
3. Troisième opportunité	16
Synthèse.....	16
Chapitre 2 : Architecture fonctionnelle	17
I. Clients.....	17
II. Recherche du besoin fondamental	17
1. Identification des besoins	18
III. Identification des fonctions	18
1. La conversion des besoins en fonctions :	19
2. Méthode RESEAU	19
3. Job-to-be-done.....	24
IV. Création de l'arbre fonctionnel.....	27
Synthèse :	32
Chapitre 3 : Etude conceptuelle	33

I.	Cahier de charge fonctionnel.....	33
1.	Tableau des spécifications.....	33
2.	Note à la conception.....	36
II.	Structure fonctionnelle.....	36
III.	Configuration physique.....	37
IV.	Pondération QFD.....	37
V.	Identification des spécifications d'ingénierie critiques.....	39
VI.	Matrice morphologique :.....	39
1.	Conception des sous-systèmes par SolidWorks :.....	39
2.	Concepts générés :.....	45
V.	Matrice pugh :.....	49
1.	Définition :.....	50
2.	Application :.....	50
3.	Analyse des résultats :.....	50
	Synthèse :.....	51
	Chapitre 4 : Analyse d'ingénierie.....	51
I.	Etude détaillée des sous-systèmes.....	51
1.	Sous-système de fixation.....	51
2.	Sous-système de déplacement.....	60
3.	Sous-système de brossage.....	67
4.	Présentation schématique des sous-systèmes.....	71
5.	Remarque générale :.....	74
	Synthèse :.....	78
	Chapitre 6 : Etude économique & opportunité entrepreneurial.....	79
I.	Investissement du projet.....	79
1.	Sous-système de déplacement :.....	79
3.	Sous-système de fixation :.....	80
4.	Sous-système de Contrôle :.....	80
5.	Cout total :.....	80
II.	Modèle économique.....	81
1.	Comment décrire un modèle économique ?.....	82
2.	Qu'est-ce que le Business Model Canvas ?.....	82
3.	Business Model Canvas du projet.....	84
	Conclusion générale & perspectives.....	86
	Bibliographie.....	89
	Webographie.....	91
	Table des annexes.....	92

Introduction générale

Les endoscopes rigides ou flexibles sont très utilisés pour visualiser des objets inaccessibles dans le domaine médical. La majorité des endoscopes rigides sont thermorésistants et doivent subir un cycle complet d'autoclavage (stérilisation à la vapeur). A l'opposé, les endoscopes flexibles (couramment dénommés endoscopes souples) sont thermosensibles compte-tenu de leur conception et de leur composition (ne supportent pas des températures supérieures à 60°C°).

L'endoscopie flexible est utilisée afin de visualiser les voies respiratoires, le cœur, le système digestif et les voies urinaires. Ces gestes diagnostiques et/ou thérapeutiques ne sont pas dénués de risques pour les patients, risques liés au geste lui-même, mais également à l'utilisation de matériels réutilisables, en raison de la nature de la technique (l'endoscope flexible est en contact permanent avec les muqueuses, les sécrétions et excréments corporelles ainsi qu'avec le sang). Il existe de ce fait un risque de transmission d'infections.

Les complications infectieuses peuvent être d'origine endogène ou exogène :

- Les infections endogènes surviennent en particulier lors du passage systémique de microorganismes tapissant la muqueuse gastro-intestinale au décours de procédures avec dilatation, effraction volontaire (biopsie...) ou involontaire (érosion, ulcération...). Ces infections sont donc issues de la propre flore des patients.
- Les infections exogènes surviennent lorsque des microorganismes sont introduits dans l'organisme du patient par l'endoscope souple ou par les accessoires utilisés lors de l'intervention.

Les microorganismes acquis de façon exogène peuvent provenir d'un certain nombre de sources, notamment :

- Des erreurs dans la procédure de nettoyage /désinfection, des dysfonctionnements d'automates ou des manquements aux règles d'hygiène de base.
- De contamination de l'endoscope par l'environnement pendant le retraitement.

Pour éviter ces désinfections, l'utilisation du matériel à usage unique s'impose théoriquement. Mais réellement, ceci est impossible puisque le coût d'un seul endoscope flexible dépasse 200 000 MAD. Ainsi, la seule solution réalisable pour éviter tout risque de contamination reste la désinfection très rigoureuse de l'endoscope après chaque utilisation.

En fait, les procédures de nettoyage et de désinfection de l'endoscope souple ont évolué considérablement au cours des 20 dernières années, et sont devenues des actes de grande technicité encadrés par corpus réglementaire relayé par de nombreuses recommandations nationales et internationales. Pratiquement, trois procédures de traitement des endoscopes sont possibles : procédure manuelle, automatisé et semi-automatique (nettoyage manuel et désinfection automatique).

De plus, il existe sur le marché un grand nombre de machines automatiques et semi-automatiques pour le traitement des endoscopes flexibles, à titre d'exemple, MERIT-9000 Deluxe. Le terme automatique n'implique pas que le traitement complet soit entièrement pris en charge par ces machines, qui en général ne réalisent pas un nettoyage équivalent aux procédures manuelles (inexistence de la partie brossage qui est une phase importante dans la désinfection d'endoscope).

Au niveau de la ville de Fès, le CHU Hassan II fait recours essentiellement à la procédure manuelle pour nettoyage de l'endoscope, alors que la procédure semi-automatique reste dans la plupart du temps non-utilisable à cause de plusieurs problèmes techniques. Quant au secteur privé, la procédure manuelle reste la seule technique utilisée.

Le problème de la désinfection manuelle des endoscopes réside dans le fait que l'intervention du facteur humain durant l'opération de nettoyage-désinfection n'assure pas l'application des précautions standards, et cela pour plusieurs raisons :

- Les produits de désinfections utilisés mènent à des effets secondaires sur la santé du personnel chargé de nettoyage. Afin d'éviter ces effets secondaires, le personnel fournit le minimum d'effort, ce qui influence la qualité du nettoyage /désinfection.
- Le manque des outils de nettoyage-désinfection.

Ainsi, le traitement automatisé est souvent privilégié en raison de sa meilleure standardisation et reproductibilité. En plus, il permet de diminuer l'exposition des professionnels aux agents chimiques.

Le présent rapport s'articule autour des 5 chapitres suivants :

- Le premier sera consacré à la présentation de l'organisme d'accueil LIPAV, ainsi que celle de la problématique traitée, la mission, les objectifs et les opportunités de la machine de désinfection automatique d'endoscope.
- Le deuxième délimitera l'analyse fonctionnelle du projet, en faisant une identification des besoins des clients ; ensuite, les fonctions que doit accomplir la machine seront déterminées et classées dans l'arbre fonctionnel.
- Le troisième sera consacré à la rédaction du Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF), et de la Maison de Qualité (QFD) afin de déterminer les spécifications critiques indispensables pour

l'émergence et la convergence des concepts. Un concept final de la partie hydraulique sera défini à la fin de ce chapitre.

- Le quatrième portera sur le choix des composants de tous les sous-systèmes de la machine de désinfection automatique d'endoscope McDAE et de définition de logigramme qui montre le fonctionnement de cette machine.
- Le dernier chapitre présentera le modèle économique de la machine McDAE. Ce modèle permet de décrire précisément comment le projet va gagner de l'argent.

Chapitre 1 : Recherche des opportunités

Ce chapitre est consacré à la présentation de la société LIPAV, la procédure manuelle de désinfection d'endoscope selon la norme internationale et la recherche des opportunités.

I. Entreprise

1. Présentation

LIPAV est une société marocaine spécialisée dans la création et la fabrication de produits innovants servant d'alternatives, en production animale et végétale. L'entreprise a été fondée le 09 Mai 2013 sous le nom de « LIPAV », sise à Fès, sous la forme d'une société à responsabilité limitée dotée d'un capital de 1000000DH et inscrite au registre du commerce de Casablanca.

2. Secteur d'activité

La société opère dans le secteur de l'alimentation animale, son activité majeure est la production d'additifs pour produits vétérinaires servant essentiellement comme alternatives pour remplacer les antibiotiques et les agents antiparasitaires qui sont mis en cause dans plusieurs problèmes de santé animale et de santé publique pour leur toxicité, les résidus qu'ils peuvent générer dans les produits alimentaire d'origine animale et pour leur implication dans l'émergence de la résistance aux agents infectieux.

3. Gamme de produits

NP1600 : est un mélange de produits d'origine naturelle qui représente une alternative économique à l'usage d'autres additifs alimentaires : antibiotiques, anticoccidiens et fixateurs de mycotoxines

NP 1600 garantit des produits sains et sans résidus d'antibiotiques et de mycotoxines pour l'éleveur et le consommateur.

NPP : est un produit naturel possédant une activité anti-microbes et anti insectes, il remplace les pesticides chimiques, préserve l'environnement et ne présente aucun risque pour la santé humaine.

Il est d'une valeur ajoutée prouvée aux agriculteurs et il est fortement recommandé à l'agriculture bio.

NP Rumen : additif alimentaire innovant à base de substances naturelles, réduisant la production de méthane entérique chez les vaches laitières, les veaux d'engraissement, les moutons et les chèvres (de 20 à 30 %). Cette réduction est accompagnée d'une nette amélioration de la production laitière (+ 15%), de la croissance des taurillons et de la santé globale de l'animal.

II. Endoscopie

L'acte médical ne se conçoit plus sans les techniques endoscopiques qui permettent de visualiser l'intérieur des conduits ou de cavités inaccessibles à l'œil. Les actes endoscopiques s'utilisent tant pour le diagnostic que pour les interventions thérapeutiques.

Comparativement à une intervention chirurgicale, elles assurent un plus grand confort au patient : incision plus petite ou inexistance, anesthésie générale moins fréquente, et rétablissement plus rapide, absence ou réduction de la durée d'hospitalisation.

III. Endoscope

L'endoscope est un instrument doté d'une caméra permettant d'explorer l'intérieur de certains organes (figure1). Nous l'utilisons principalement lors de maladies digestives pour faire des biopsies (Voir Annexe 1 p.93). Les endoscopes sont des instruments couteux. Des restrictions budgétaires empêchent souvent l'achat de plusieurs appareils. De ce fait, la pression augmente pour réutiliser plus rapidement le même instrument.



Figure 1: Endoscope souple

IV. Contexte du projet



Etant conscient des problèmes posés par le nettoyage manuel des endoscopes, Pr. Remmal A. (Professeur en biotechnologie à l'université Sidi Mohamed Ben Abdellah de Fès) a eu l'idée de développer une machine automatique de désinfection des endoscopes, surtout qu'il est arrivé à obtenir une poudre naturelle à base de Thym, très efficace dans la désinfection des endoscopes souples. Pr. Remmal A. a partagé son idée originale avec Pr. Aboutajeddine A. (Professeur en ingénierie mécanique et méthodes d'innovations à la Faculté des Sciences et Technique de Fès) qui a largement accepté de coopérer afin de développer une machine de désinfection automatique d'endoscope. Pour réaliser cet objectif, Pr. Aboutajeddine nous a proposé de former une équipe et de travailler sur le développement de cette machine afin de mettre en pratique tout ce qu'on apprend lors de notre cursus universitaire, et surtout pour avoir l'occasion d'innover pour le bien de la société.

V. Etat actuel

Le Centre Hospitalier Universitaire Hassan II de Fès, les cabinets privés et les cliniques marocaines utilisent les opérations de nettoyage/désinfection manuelles. La procédure manuelle consiste à éliminer les salissures par l'action physico-chimique d'un produit adapté conjuguée à une action mécanique (Voir Annexe 2 p.94). Le traitement s'effectue en 9 étapes

1. Prétraitement ;
2. Premier nettoyage ;
3. Premier rinçage ;
4. Second nettoyage ;
5. Rinçage intermédiaire ;
6. Désinfection ;
7. Rinçage terminal ;
8. Séchage ;
9. Stockage.

Le tableau ci-dessous montre les différentes phases de la procédure manuelle de désinfection.

Phases	Objectifs	Procédure manuelle
Prétraitement en salle d'examen	Eliminer les souillures	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Immédiat ⇒ Essuyage externe et aspiration insufflation des canaux.
Test d'étanchéité	Vérifier l'intégrité de la gaine et des canaux	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ En salle de désinfection avant toute immersion
Ecouvillonnage	Abaisser le niveau de contamination de l'endoscope	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Dans solution détergente ⇒ Ecouvillonnage des canaux et pistons-valves 
Premier nettoyage	Abaisser le niveau de contamination de l'endoscope	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Immersion complète dans solution détergente ⇒ Irrigation de tous les canaux 


Premier rinçage	Eliminer les salissures et les résidus de détergent	⇒ Eau du réseau ⇒ Irrigation de tous les canaux
Second nettoyage	Abaissé le niveau de contamination de l'endoscope	⇒ Immersion complète dans une solution détergente ⇒ Irrigation de tous les canaux 
Rinçage intermédiaire	Eliminer les salissures et les résidus de détergent	⇒ Eau du réseau ⇒ Irrigation de tous les canaux
Désinfection	Eliminer et/ ou tuer les micro-organismes pour éviter leur transmission	⇒ Immersion complète dans solution désinfectante ⇒ Irrigation de tous les canaux Selon caractéristique produit
Rinçage terminal	Eliminer les résidus de désinfection	Eau bactériologiquement maîtrisée ou eau pour soins standard
Séchage	Eliminer l'eau de rinçage	⇒ Manuel

Tableau 1 : Les différentes phases de la procédure manuelle de désinfection

Cependant, il existe depuis plusieurs années sur le marché un grand nombre de machines automatiques et semi-automatiques pour le traitement des endoscopes flexibles : elles assurent soit uniquement la désinfection des endoscopes et l'irrigation des canaux, soit un cycle de traitement complet incluant lavage, désinfection, rinçage et séchage des endoscopes. Le terme automatique n'implique pas que le traitement complet soit entièrement pris en charge par ces machines, qui en général ne réalisent pas un nettoyage équivalent aux procédures manuelles (inexistence de la partie brossage, ...).

Les avantages des machines automatiques sont les suivants :

- Processus de traitement standardisé (notamment pour les temps de contact avec le désinfectant) ;
- Réduction de la charge de travail ;
- Réduction de l'exposition du personnel hospitalier à des désinfectants chimiques toxiques tel que les aldéhydes et au risque infectieux.

VI. La problématique

La technique de l'endoscopie s'est considérablement développée dans de nombreuses disciplines médicales, faisant appel à du matériel de plus en plus sophistiqué et performant.

Cependant, si l'endoscope présente de nombreux avantages pour le patient, elle n'est pas un acte dépourvu de risques. Pendant leur stockage et surtout au moment de leur utilisation, les endoscopes et leurs accessoires subissent une contamination microbiologique majorant le risque de transmission d'une infection.

Les causes d'infection les plus fréquemment rencontrées liées à l'endoscopie digestive sont presque toujours reliées à des erreurs dans la procédure de nettoyage, ce qui rend cette procédure une étape cruciale pour la réutilisation des endoscopes. Même si les circonstances locales, la formation et les ressources peuvent varier entre hôpitaux, cliniques et cabinets, les précautions standards en désinfection doivent toujours être maintenues.

La procédure mise en place pour l'opération du nettoyage-désinfection n'assure pas l'application de ces précautions standards, et cela pour plusieurs raisons :

- Les produits de désinfection utilisés mènent à des effets secondaires sur la santé des personnes chargés de nettoyage ce qui implique la non-application de la procédure de traitement selon les recommandations relatives à la désinfection des endoscopes ;
- Manque des outils de travail ;
- Utilisation de matériel de nettoyage non adapté ;
- L'état de morale des infirmiers influence la qualité de travail ;
- Manque de contrôle et de suivi.

De plus, plusieurs limites et inconvénients peuvent être liés à l'emploi des machines automatiques :

- Nécessité de procéder à un nettoyage manuel minutieux et notamment au brossage et au rinçage des canaux même avant l'utilisation des systèmes "automatiques" ;
- Conception parfois inadéquate ne permettant pas l'irrigation et donc la désinfection de tous les canaux des endoscopes. ;
- Conception parfois inadéquate entraînant une ré-contamination par des bactéries pathogènes opportunistes colonisant, en particulier, le circuit de rinçage ;
- Coût de l'investissement initial, de l'achat des produits recommandés par le fabricant, ainsi que de l'entretien du système automatique.

VII. Objectif de projet

Vu la contrainte du temps l'étude sera focaliser dans un premier temps sur la réalisation d'une machine automatisée (inclue la partie de brossage) pour les endoscopes utilisés dans le service pneumologie.

VIII. MS Project

Les étapes nécessaires à la réalisation de la machine **McDAE** sont représentées dans le temps dans le tableau ci-dessous :

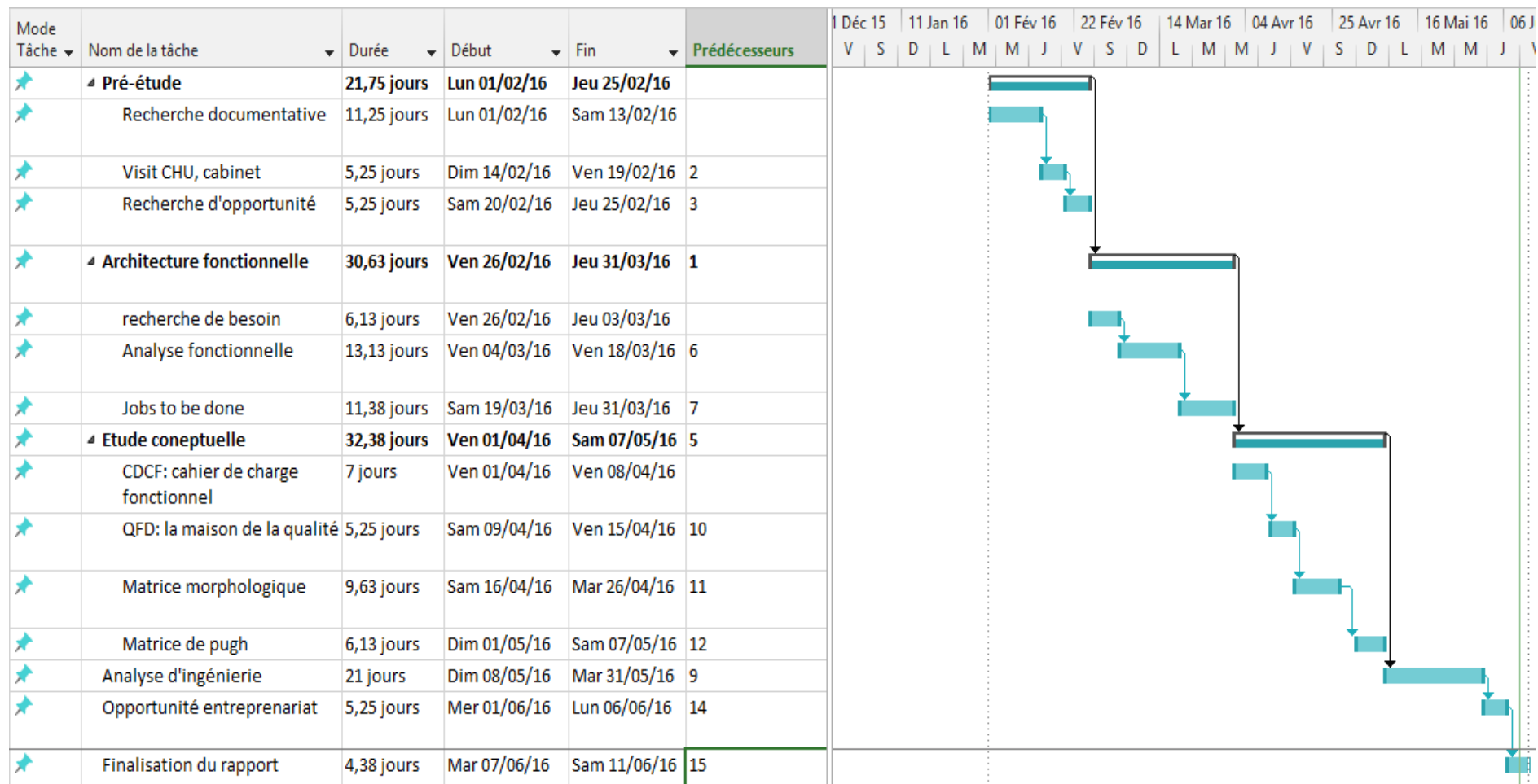


Tableau 2: MS Project

IX. Recherche des opportunités

L'équipe du projet a procédé à un brainstorming afin de proposer des solutions initiales de la conception de la machine et les évaluer pour attaquer l'étude. Plusieurs modes de fonctionnements ont été trouvés. Trois modes ont été retenues :

- Une machine ultrasonique ;
- Une machine verticale de désinfection automatique d'endoscope souple ;
- Une machine horizontale de désinfection automatique d'endoscope souple.

1. Première opportunité

Il s'agit d'une machine ultrasonique composé de deux sous-systèmes :

- Sous système d'ultrason

On plonge l'endoscope dans un bain à ultrason qui est composé d'une cuve contenant un liquide nettoyant (désinfectant). Sur les parois ou au fond de la cuve, le transducteur génère des ondes sonores successives à très haute fréquence qui provoque des turbulences au niveau de l'endoscope à fin d'enlever des souillures ou débris des zones difficiles à atteindre.

- Sous système hydraulique

Le rôle de ce sous-système est de désinfecter les orifices intérieurs d'endoscope.

Ce concept peut engendrer des endommagements au niveau des fibres optiques constituant l'endoscope à cause de la haute fréquence générer par le transducteur.

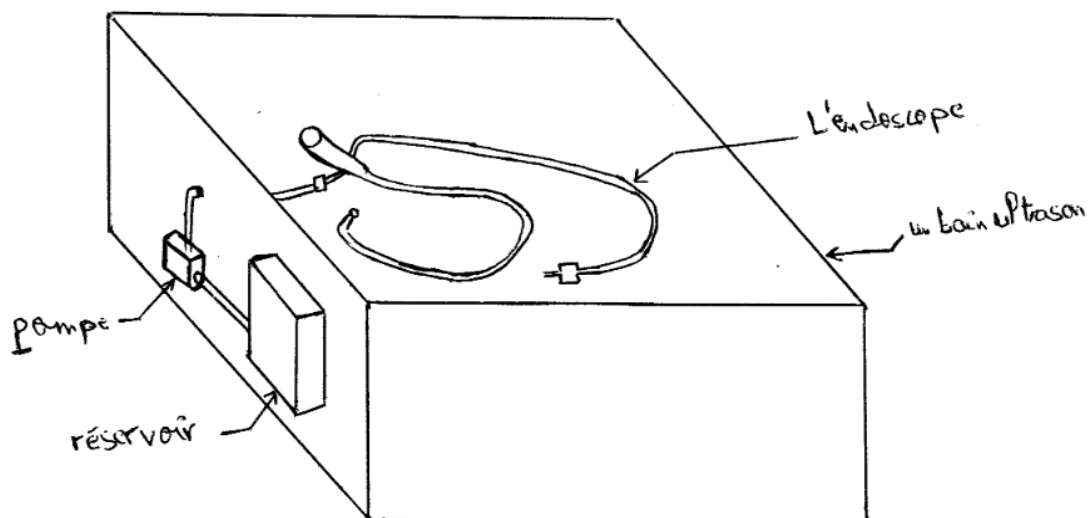


Figure 2 : Machine ultrasons

2. Deuxième opportunité

Ce concept permet de contenir l'endoscope d'une façon verticale. Il est composé d'un sous-système de brossage extérieur qui consiste à déplacer la brosse tout au long du tube d'insertion d'endoscope pour se débarrasser des salissures et d'un sous-système hydraulique qui permet l'irrigation des produits dans les canaux et l'arrosage des parois extérieurs d'endoscope.

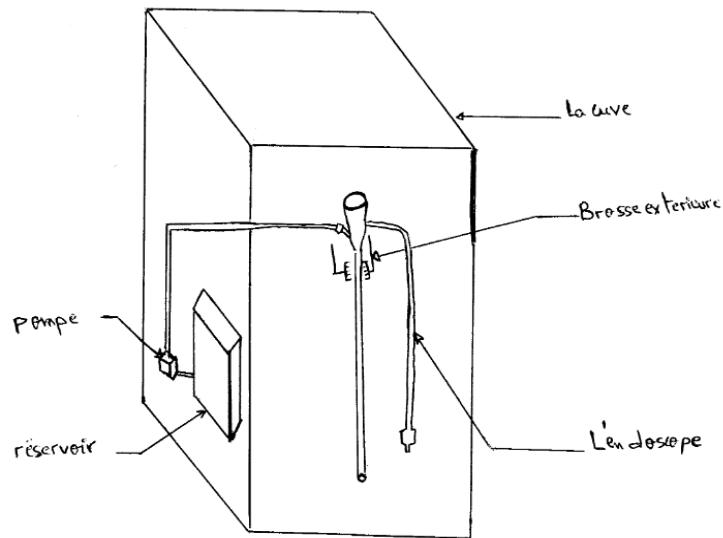


Figure 3: Machine Verticale

3. Troisième opportunité

On place l'endoscope dans son circuit dans la cuve de forme horizontale. Le nettoyage s'effectue par le même système de brossage (voir la deuxième opportunité) ainsi le même système hydraulique.

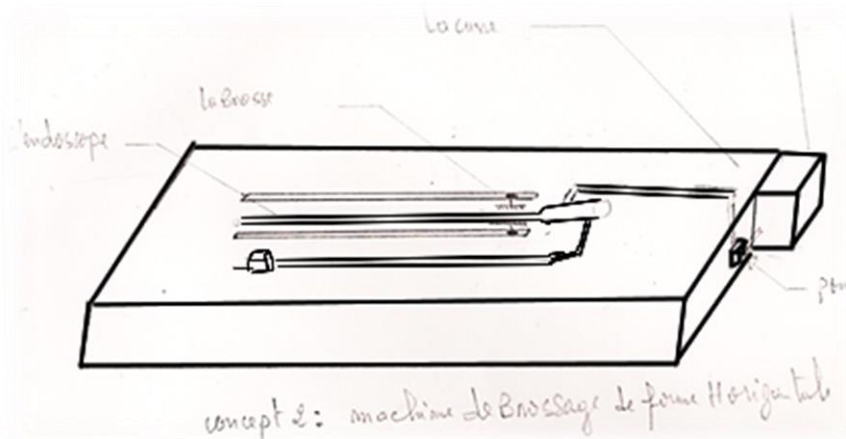


Figure 4: Machine Horizontale

Synthèse

Ce chapitre a été consacré à la présentation de la société LIPAV et de la procédure manuelle de désinfection d'endoscope selon la norme internationale, ainsi de la recherche des opportunités.

Chapitre 2 : Architecture fonctionnelle

Dans ce chapitre, les besoins du client seront identifiés et arrangés par affinité ; ensuite, les fonctions que doit accomplir la machine seront déterminées et classées dans l'arbre de structure fonctionnelle, afin d'élaborer le **CdCF** dans le prochain chapitre.

I. Clients

Dans tout projet de développement, il est très important de bien comprendre les besoins et les attentes des futurs clients du produit conçu. Le principal client du projet **McDAE** est le Centre Hospitalier Universitaire Hassan II de Fès.

II. Recherche du besoin fondamental

On définit les éléments qui constituent l'environnement du produit en s'interrogeant sur :

- L'utilisation qui en est faite : « à quoi, à qui le produit sert-il ? »
- Sa finalité : « quel est son but ? »
- L'incidence et les effets générés : « sur qui, sur quoi le produit agit-il ? »

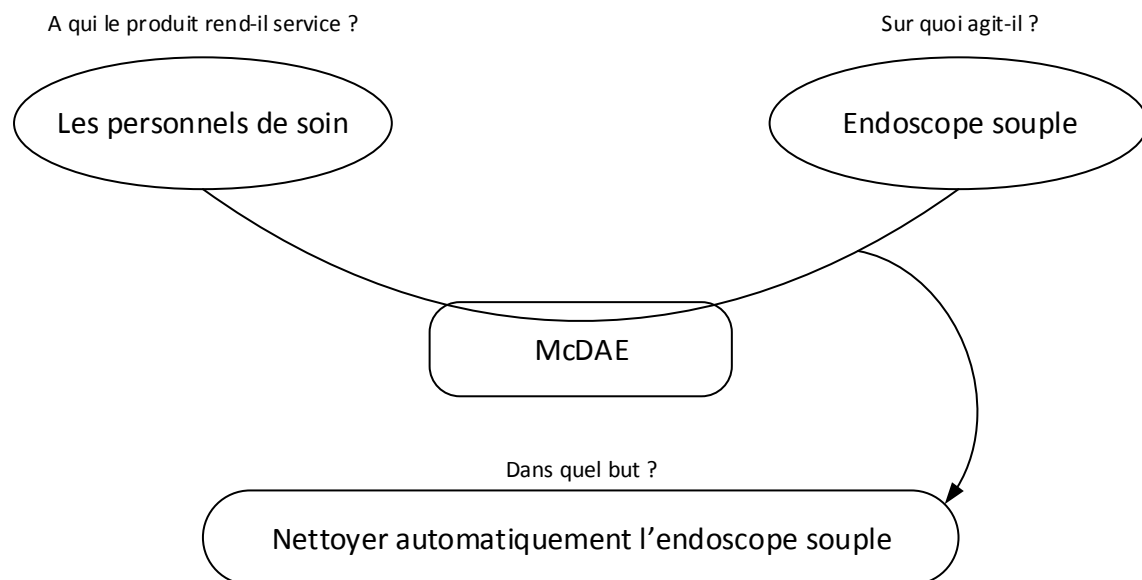


Figure 4 : Diagramme Bête-à-corne définissant le besoin ou la fonction d'usage

1. Identification des besoins

Afin d'établir la liste des besoins qui serviront à élaborer les bases de la **McDAE**, les études qualitatives qui cherchent à découvrir l'importance du produit pour le client ont été utilisées.

Les deux méthodes qualitatives utilisées sont :

- Une entrevue avec **Pr. Remmal A.**, pour décrire ses besoins relatifs à la machine.
- Un focus groupe qui a été réalisé avec les clients (les techniciens/ infirmiers de CHU, les infirmiers d'un cabinet privé d'un Hépatogastro-entérologue et les médecins de Centre Hospitalier Universitaire Hassan II de Fès) afin de préciser leurs besoins relatifs au produit (**Tableau 2**).

Tous les besoins ont été pondérés de 1 à 5 et identifiés selon leur classe. Une pondération de 1 correspond à un besoin qui a peu d'importance relative pour le client. De plus, les classes de besoin sont les suivantes : Base (B), Performance (P) et Contrainte (C).

N°	Besoin	Pondération	Kano
B1	Est sécuritaire	-	Base
B2	Peut être entretenu facilement par les techniciens	-	Base
B3	Est peu couteux	5	Contrainte
B4	Nettoyer rapidement (comparable au nettoyage manuel)	3	Performance
B5	Réduire le contact direct entre les personnels de soins et les produits lessiviels	-	Base
B6	Conforme aux normes	3	Contrainte
B7	Utilise les sources électriques du local	2	Contrainte
B8	Possible d'interrompre et de reprendre le nettoyage	5	Performance
B9	Ergonomique	-	Base
B10	Efficacité de nettoyage/désinfection	-	Base
B11	Réglable	-	Performance

Tableau 3: Besoins retenus par la méthode qualitative

III. Identification des fonctions

Une fois les besoins du client sont clairement identifiés, il faut déterminer les fonctions indispensables de la machine pour répondre à ces besoins. Les fonctions de la machine ont été trouvées à l'aide de la méthode RESEAU et de la conversion des besoins. La formulation des fonctions est très primordiale pour ne pas générer des fonctions d'usage qui amènent à un niveau i-souhaitable de complexité des concepts.

La démarche fonctionnelle oblige à poser les véritables questions sur les attentes objectives ou subjectives des futurs utilisateurs ainsi que toutes les contraintes de l'environnement ou des règlements à respecter.

1. La conversion des besoins en fonctions :

L'analyse du besoin et sa traduction sous la forme de fonctions n'est pas limitée au fonctionnement et à l'usage du produit. Elle comprend également toutes les motivations du client-utilisateur, même les plus subjectives. Habituellement, la reformulation des expressions sous la forme (verbe d'action/ d'état, complément) permet d'obtenir les fonctions. Lorsque la formulation des fonctions est faite, il est très important de différencier les fonctions d'usage (souvent un verbe d'action), ou d'estime (souvent un verbe d'état), les fonctions de contrainte (verbe d'action ou d'état) et les fonctions techniques. Le tableau ci-dessous présente la liste des fonctions déterminées par la conversion des besoins en fonctions.

N°	Fonctions	Méthode	Type	Kano
F1	Garantir la sécurité des utilisateurs	Besoin	Usage	Base
F2	Etre réparable facilement	Besoin	Estime	Performance
F3	Nettoyer rapidement	Besoin	Usage	Performance
F4	Faciliter la mise en œuvre de la procédure de désinfection	Besoin	Estime	Performance
F5	Optimiser la procédure globale de traitement sans omettre ou dupliquer une ou plusieurs étapes	Besoin	Estime	Performance
F6	Eliminer le contact direct entre l'infirmier et le produit désinfectant	Besoin	Contrainte	Base
F7	Permettre l'utilisation de l'alimentation (électrique/ réseau de l'eau) disponible	Besoin	Contrainte	Contrainte
F8	Interrompre le cycle dans le cas de dysfonctionnement	Besoin	Technique	Performance
F9	Avoir une procédure qui respecte l'ergonomie	Besoin	Contrainte	Contrainte
F10	Nettoyer efficacement	Besoin	Usage	Base
F11	Appliquer les différentes étapes du traitement des endoscopes souples	Besoin	Usage	Base
F12	Eliminer les erreurs de procédure dans l'entretien des endoscopes	Besoin	Usage	Base
F13	Respecter l'ordre des phases (nettoyage, désinfection...)	Besoin	Contrainte	Base
F14	Respecter le temps nécessaire pour chaque étape de procédure	Besoin	Contrainte	Base
F15	Déplacer la brosse tout au long de l'endoscope	Besoin	Technique	Base

Tableau 4: Fonctions déterminées par la conversion des besoins en fonctions

2. Méthode RESEAU

Afin de trouver les autres fonctions du produit, la méthode RESEAU a été utilisée. Il s'agit d'une méthode permettant d'identifier, d'une façon exhaustive et dans un temps minimum, les fonctions à satisfaire par un produit. Elle comporte six phases, chacune d'elles permet de déceler une partie des fonctions. L'ensemble des fonctions résulte de la somme des six phases :

1. Recherche intuitive ;
2. Examen d'environnement ;
3. Sequential Analysis of Functional Elements (SAFE);
4. Examen des mouvements et des efforts ;
5. Analyse d'un produit de référence ;
6. Utilisation des normes et des règlements.

Les 4 phases qui ont été les plus adaptées à ce projet sont : la recherche intuitive, examen d'environnement, SAFE et utilisation des normes.

2.1. Recherche intuitive :

Commençons par l'examen détaillé de la première phase, la recherche intuitive. Comme son nom l'indique, cette phase fait appel à l'intuition, recherche spontanée ressemblant à un brainstorming pratiqué. La recherche intuitive a le mérite de placer le groupe en situation assez rapidement car tous les participants du groupe de travail recherchent les fonctions dans toutes les directions. Ces approches multidirectionnelles permettent de situer le produit sous différents éclairages. Cela aide à la mise en condition psychologique, étape nécessaire à la bonne compréhension du problème posé.

N°	Fonctions	Méthode	Type	Kano
F16	Ajouter les produits lessiviels	Intuitive	Technique	Base
F17	Contrôler les quantités des produits lessiviels	Intuitive	Technique	Performance
F18	Permettre l'alimentation en produits lessiviels	Intuitive	Estime	Base
F19	Permettre l'évacuation des produits usés	Intuitive	Technique	Base
F20	Utilisé une source d'électricité standard	Intuitive	Technique	Performance
F21	Utiliser l'installation d'eaux de réseaux	Intuitive	Technique	Performance
F22	Protéger l'utilisateur contre les effets négatifs des produits lessiviels	Intuitive	Contrainte	Base
F23	Indiquer le niveau des produits stockés dans les réservoirs	Intuitive	Technique	Performance
F24	Indiquer l'état de la machine (en marche, en attente, erreur)	Intuitive	Technique	Performance
F25	Déplacer la machine	Intuitive	Usage	Performance
F26	Nettoyer divers types d'endoscopes	Intuitive	Usage	Performance
F27	Faire le cycle de nettoyage complet (pareil à celui manuel)	Intuitive	Usage	Base
F28	Evacuer la vapeur des produits lessiviels	Intuitive	Technique	Performance
F29	Faciliter la mise en œuvre de la procédure de désinfection	Intuitive	Estime	Performance
F30	Eliminer les erreurs dans la procédure de nettoyage/ désinfection	Intuitive	Usage	Contrainte
F31	Contenir l'endoscope	Intuitive	Usage	Base
F32	Eliminer le contact direct entre le personnel de soin et le produit désinfectant	Intuitive	Usage	Base
F33	Contrôler la qualité de nettoyage	Intuitive	Technique	Performance
F34	Respecter les réglementations et les recommandations qui ont été émises par les autorités sanitaires	Intuitive	Usage	Base

Tableau 5: Fonctions déterminées par la recherche intuitive

2.2.Examen d'environnement

Un produit n'est jamais indépendant de son environnement, et dans la plupart des cas le produit doit s'adapter à son environnement. Cependant, il existe des cas où l'environnement doit s'adapter au produit, notamment si ce dernier prend une position prépondérante dans son nouvel environnement.

La méthode d'examen d'environnement consiste à trouver tous les éléments, personnes ou systèmes qui vont interagir avec la machine **McDAE**. Une fois que la quasi totalité des interacteurs pouvant faire partie de l'étude ont été identifiés, il est important de les préciser, et d'en faire ressortir les caractéristiques.

Par la suite, on peut écrire toutes les actions que le produit devra effectuer (ou fonctions) en lien avec ces interacteurs .

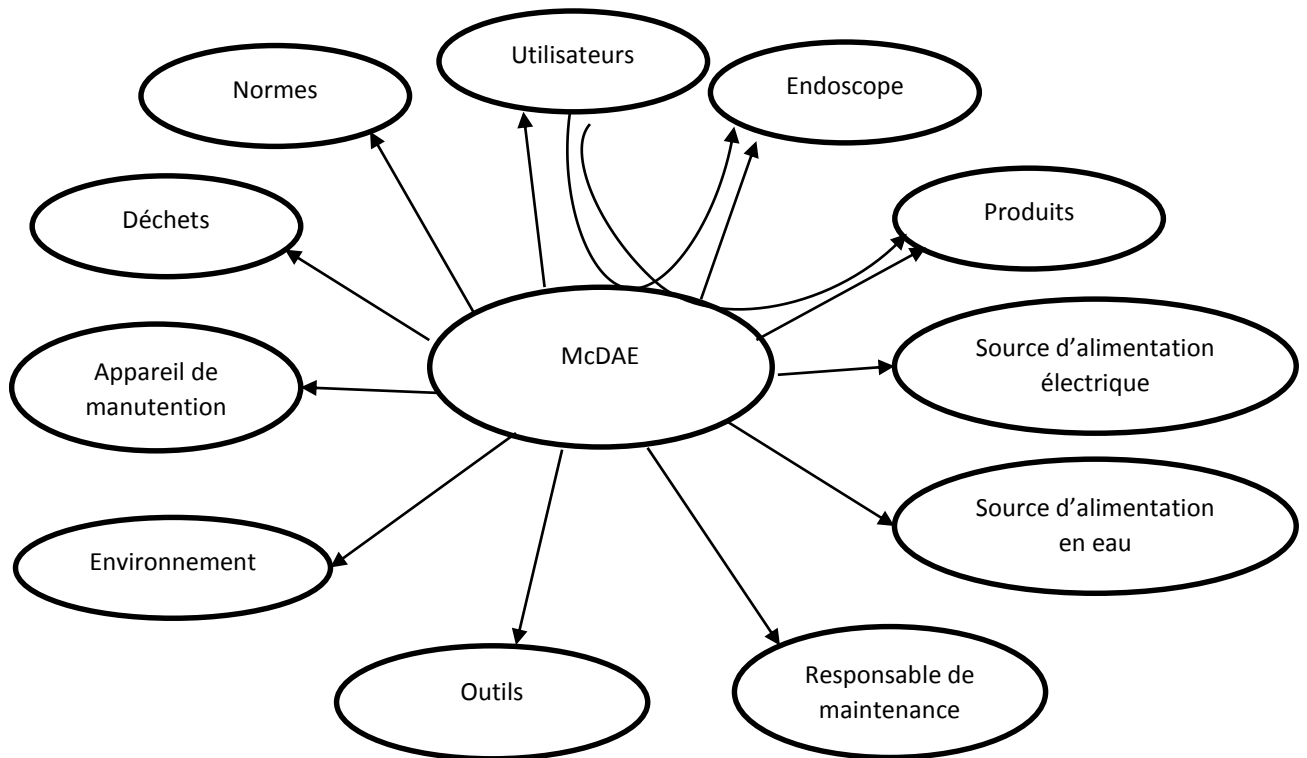


Figure 5 : Examen d'environnement de la machine McDAE

Intérateurs	Caractéristiques
Utilisateurs	Infirmiers, personnels de soins, médecins...
Endoscopes	Types, dimensions, accessoires...
Produits lessiviels	Détergent, désinfectant, eau, l'alcool
Déchets	Eau usée, produits lessiviels après utilisation...
Source d'énergie électrique	Alimentation électrique de local
Source d'alimentation en eau	Réseau d'eau local
Appareil de manutention	Chariot...
Outils	Brosse, les pièces de rechanges...
Normes	Règlementation internationale de la santé
Environnement	Sale de traitement...
Responsable de maintenance	Technicien, Age variable.

Tableau 6: Caractéristiques des interacteurs

Afin de trouver les fonctions que le produit doit satisfaire vis-à-vis des éléments de l'environnement, il est recommandé de procéder en deux phases :

- Rechercher les fonctions d'adaptation du produit à un élément, et réciproquement.
- Recherche les fonctions qui résultent de l'interaction de deux ou plusieurs éléments à travers le produit.

N°	Fonctions	Méthode	Type	Kano
F35	Faciliter la manipulation de la machine	Environnement	Usage	Performance
F36	Protéger l'utilisateur contre les effets négatifs des produits lessiviels	Environnement	Contrainte	Base
F37	Réduire les charges	Environnement	Estime	Performance
F38	Adapter la machine à l'ergonomie de l'utilisateur	Environnement	Estime	Contrainte
F39	Permettre la visualisation de la zone de nettoyage	Environnement	Contrainte	Contrainte
F40	Faciliter l'insertion de l'endoscope dans la machine	Environnement	Technique	Performance
F41	Permettre de retirer facilement l'endoscope	Environnement	Technique	Performance
F42	Faciliter l'alimentation de la machine par les produits lessiviels	Environnement	Usage	Performance
F43	Nettoyer l'endoscope	Environnement	Usage	Base
F44	Eviter l'altération de l'endoscope	Environnement	Contrainte	Contrainte
F45	Adapter la machine au nettoyage de différents types d'endoscope	Environnement	Estime	Performance
F46	Contenir la solution	Environnement	Usage	Performance
F47	Contrôler la quantité des produits	Environnement	Technique	Performance
F48	Circuler les produits lessiviels dans la machine	Environnement	Technique	Base
F49	Résister contre la corrosion chimique	Environnement	Usage	Contrainte
F50	Contrôler la température des produits	Environnement	Technique	Performance
F51	Contrôler la concentration des produits	Environnement	Technique	Performance
F52	Utiliser une source d'alimentation conventionnelle	Environnement	Technique	Contrainte
F53	Utiliser une canalisation adaptée à celle de réseau	Environnement	Usage	Base
F54	Faciliter l'entretien	Environnement	Estime	Performance
F55	Faciliter le montage et le démontage de la machine	Environnement	Estime	Performance

Tableau 7: Fonctions déterminées par l'examen d'environnement

F56	Permettre l'installation dans le local de nettoyage/ désinfection	Environnement	Estime	Contrainte
F57	Isoler les vibrations	Environnement	Technique	Contrainte
F58	Limiter le niveau de bruits	Environnement	Technique	Contrainte
F59	Permettre le transport facile de la machine	Environnement	Estime	Performance
F60	Minimiser le poids	Environnement	Contrainte	Contrainte
F61	Avoir une dimension qui facilite la manutention de machine	Environnement	Contrainte	Contrainte
F62	Evacuer les produits usés	Environnement	Technique	Performance
F63	Respecter les normes	Environnement	Contrainte	Contrainte
F64	Communiquer les informations de fonctionnement à l'utilisateur	Environnement	Technique	Innovation

2.3. Méthode SAFE

SAFE est une méthode américaine nommée Analyse des Séquences des Eléments Fonctionnels. Elle a été imaginée dans le but de rechercher les fonctions d'un produit à travers l'étude des séquences des phases de son cycle de vie. L'analyse des séquences consiste à identifier toutes les opérations qui ont un rapport direct avec l'usage du produit, et pour chacune d'elles à rechercher les fonctions qui s'y rapportent. En d'autres termes, il s'agit de se mettre à la place de l'utilisateur, de tenir également compte de l'environnement au moment où il utilise le produit, et de rechercher quelles sont les fonctions à remplir durant cette période.

N°	Fonctions	Méthode	Type	Kano
F65	Permettre l'ouverture/ fermeture facile de la porte de la machine	SAFE	Estime	Performance
F66	Posséder un panneau de commande	SAFE	Technique	Innovation
F67	Recevoir les consignes de l'utilisateur	SAFE	Usage	Innovation
F68	Minimiser le temps de préparation de la machine	SAFE	Estime	Performance
F69	Faciliter la préparation de la machine	SAFE	Estime	Performance
F70	Faciliter l'emplacement de l'endoscope dans la machine	SAFE	Estime	Performance
F71	Bloquer la porte au cours de cycle	SAFE	Technique	Innovation
F72	Mesurer le niveau des produits lessiviels	SAFE	Technique	Performance
F73	Indiquer les niveaux des produits lessiviels	SAFE	Technique	Innovation
F74	Permettre de choisir le type de nettoyage/ désinfection recommander	SAFE	Usage	Performance
F75	Indiquer l'état de la machine	SAFE	Technique	Performance
F76	Indiquer l'absence des produits lessiviels	SAFE	Technique	Innovation
F77	Faciliter le suivi (afficher les paramètres de nettoyage/ désinfection)	SAFE	Usage	Innovation
F78	Interrompre et reprendre le cycle	SAFE	Technique	Performance
F79	Indiquer l'apparition d'une erreur	SAFE	Technique	Performance
F80	Indiquer la fin du cycle	SAFE	Technique	Performance
F81	Auto-désinfecter la machine	SAFE	Usage	Performance
F82	Sauvegarder les paramètres du cycle	SAFE	Technique	Innovation
F83	Fournir une fiche de contrôle après la fin du cycle	SAFE	Technique	Innovation
F84	Permettre la visualisation de la procédure de nettoyage	SAFE	Estime	Contrainte
F85	Contrôler la position de la brosse	SAFE	Technique	Performance
F86	Limiter les courses	SAFE	Technique	Performance

Tableau 8: Fonctions déterminées par l'examen d'environnement

2.4.Utilisation des normes

Les normes internationales offrent des avantages sur le plan technique et économique. Elles contribuent à harmoniser les spécifications techniques des produits et des services permettant ainsi de renforcer l'efficacité de l'industrie, et d'éliminer les obstacles au commerce international. Concernant les endoscopes, les recommandations de la SFED devraient être suivies.

No	Fonctions	Méthode	Type	Kano
F88	Vérifier l'imperméabilité et les blocages d'air	Normes	Usage	Base
F89	Faire un test d'étanchéité	Normes	Usage	Base
F90	Enlever toutes les salissures et éliminer les souillures	Normes	Usage	Base
F91	Immerger l'endoscope par un détergent avec l'eau du réseau	Normes	Usage	Base
F92	Irriguer tous les canaux	Normes	Usage	Base
F93	Nettoyer toutes les surfaces avec une action mécanique (brosser)	Normes	Usage	Base
F94	Eliminer les salissures et les résidus de détergent	Normes	Usage	Base
F95	Rincer l'endoscope et les valves	Normes	Usage	Base
F96	Immerger l'endoscope et irriguer tous les canaux	Normes	Usage	Base
F97	Jeter l'eau de rinçage après chaque utilisation	Normes	Usage	Base
F98	Détruire ou inactiver les micro-organismes portés par l'endoscope pour éviter leur transmission	Normes	Usage	Base
F99	Immerger l'endoscope et les valves dans une solution désinfectante	Normes	Usage	Base
F100	Irriguer tous les canaux jusqu'à élimination complète de l'air	Normes	Usage	Base
F101	Enlever la solution détersive	Normes	Usage	Base
F102	Eliminer toute trace d'humidité qui pourrait favoriser le développement de micro-organismes en milieu humide	Normes	Usage	Base
F103	Résister aux chocs mécaniques	Normes	Technique	Contrainte
F104	Résister à la collision	Normes	Technique	Contrainte
F105	Respecter les normes liées aux dispositifs médicaux	Normes	Contrainte	Contrainte

Tableau 9: Fonctions déterminées par l'examen d'environnement

3. Job-to-be-done

Le Jobs-To-Be-Done est une méthode très productive pour l'analyse du produit, la plupart des développeurs des produits segmentent le marché par la démographie des clients ou les caractéristiques des produits et différencient leurs produits en créant des valeurs et des fonctions, mais le client à une

vision différente du marché, il a simplement une tâche (travail) à effectuer et il cherche à louer et embaucher le meilleur produit ou service pour le faire.

La présente méthode s'appuie sur la compréhension du travail que le client cherche à réaliser. Ça ne permet pas uniquement de faire ce travail ou de résoudre les problèmes que le client cherche à résoudre, elle est également une méthode d'analyse des solutions potentielles.

Le tableau ci-dessous présente l'une des manières d'appliquer la méthode Jobs-To-Be-Done afin de déterminer le problème et le travail qui cherche nos clients à résoudre et à réaliser en déterminant trois facteurs : la situation, le problème à résoudre et les objectifs à atteindre.

Situation	Needs/ motivation	Goal/ Expécted Outcome
When(Quand)	I Want to (Je veux)	So I can (Donc, je peux)
Après L'endoscopie	Nettoyer/ désinfecter l'endoscope	Pour le réutiliser ou le stocker
Après 12h de stockage de l'endoscope	Désinfecter l'endoscope	Pour l'utiliser

Tableau 10: Job story

3.1.Job mapping for « nettoyer/ désinfecter l'endoscope souple »

Le job mapping est la détermination objective de la taille du Job sur la base du savoir-faire requis (connaissances et compétences), la complexité des problèmes et des responsabilités. C'est l'Analyse comparative des Jobs aux descriptions d'emploi standard, reflétant les spécificités du projet.

- **Define (Définir) : Déterminer leurs objectifs et les ressources utilisés**

Estimer la situation par la définition du programme du jour :

- Il faut connaître le nombre et le type des endoscopes à utiliser dans la même journée ;
- Il faut vérifier la disponibilité des ressources nécessaires pour l'exécution du job (matériels de protection, détergent, désinfectant...) ;

Après l'acte endoscopique, il faut connaître :

- Le risque infectieux de l'acte endoscopique ;
- Le type de l'endoscope ;
- Si la réutilisation de l'endoscope sale est immédiate (après le nettoyage) ou après stockage.

- **Locate (Sélectionner et collecter) : Rassembler les éléments et les informations nécessaires pour faire le travail.**

Sélectionner les informations :

- Le nombre et le type des endoscopes à utiliser dans la même journée ;
- La disponibilité des ressources nécessaire pour l'exécution du job (matériels de protection, détergent, désinfectant...) ;
- Le risque infectieux de l'acte endoscopique ;
- Le type de l'endoscope ;
- La réutilisation de l'endoscope sale après le nettoyage est immédiate ou après stockage.

- **Prepare (Préparer) : Préparer l'environnement pour faire le travail**

Préparer les matériels de nettoyage/désinfection d'endoscope :

- La brosse ;
- Flacon laveur ;
- Bac de transport mobile ;
- Bac de nettoyage ;
- Bac de désinfection ;
- Bac pour le rinçage terminal.

Port des équipements de protection :

- Gants chimiquement résistants ;
- Lunette à protection latérale ;
- Masque de protection contre les vapeurs de solution désinfectante ;
- Blouse à manches longues.

Préparer les quantités (l'eau, détergent, produit désinfectant ...) :

- Remplir le bac de nettoyage (l'eau, détergent) ;
- Remplir le bac de désinfection (l'eau, désinfectant) ;
- Remplir le Bac pour le rinçage terminal (l'eau de réseau maîtrisée).

Préparer l'endoscope à nettoyer (fermer les valves ...).

- **Confirm (Confirmer) : Vérifier que l'environnement est prêt pour exécuter le travail**

Vérifier la validité des étapes précédentes.

- **Execute (Exécuter) : Effectuer le travail**

Pré-désinfection :

- Désinfection (l'eau, désinfectant) ;
- Rinçage final (l'eau de réseau maîtrisée) ;
- Séchage ;

Désinfection :

- Nettoyage ;
- Rinçage ;
- 2eme nettoyage (spécifique pour les endoscopes à risque ATNC) ;
- 2eme rinçage (spécifique pour les endoscopes à risque ATNC) ;
- Désinfection ;
- Rinçage terminal ;
- Séchage.
- **Monitor (Contrôler) : Contrôler si le travail est en cours d'exécution correcte**
- Contrôler le déroulement d'exécution des étapes de pré-désinfection et de désinfection ;
- Contrôler les paramètres de lavage (temps, ordre de phase, les quantités des produits...)

- Contrôler l'eau de rinçage final après l'exécution de nettoyage afin de s'assurer de la qualité de nettoyage.
- **Modify (Modifier) : Faire des modifications afin d'exécuter correctement le travail**
- Refaire le cycle si l'une des étapes n'est pas faite correctement ;
- Modifier l'un des paramètres de lavage (pression, quantité...) lors de cycle de nettoyage.
- **Conclude (Conclure) : Terminer le travail et se préparer à le répéter**
- Réutiliser l'endoscope immédiatement après le nettoyage/ désinfection, ou bien stocker l'endoscope ;
- Indiquer la fin de cycle ;
- Enregistrer tous les informations obtenues.

No	Fonctions	Méthode	Type	Kano
F106	Minimiser le temps nécessaire de la préparation de désinfection	JTBD	Estime	Performance
F107	Faciliter l'accès/ l'obtention des informations à propos l'acte endoscopique et le type d'endoscope	JTBD	Estime	Innovation
F108	Réduire la charge de travail pour les personnels de soins	JTBD	Estime	Performance
F109	Faciliter la préparation des ressources	JTBD	Usage	Performance
F110	Nettoyer l'endoscope selon un choix préliminaire	JTBD	Usage	Innovation
F111	Organiser et ordonner les informations avant et après chaque acte endoscopique	JTBD	Usage	Innovation
F112	Faciliter le contrôle des paramètres de lavage quand le cycle est en marche	JTBD	Estime	Innovation
F113	Offrir différents modes de nettoyage/ désinfection à l'utilisateur	JTBD	Usage	Innovation
F114	Optimiser la procédure globale de traitement sans omettre ou dupliquer une ou plusieurs étapes	JTBD	Estime	Performance
F115	Contrôler les paramètres de lavage (nettoyage/ désinfection) (la quantité et la qualité de l'eau, détergent et le désinfectant, l'air médical, température, pression, durée, concentration...)	JTBD	Usage	Performance
F116	Enregistrer et indiquer les paramètres pendant le cycle de nettoyage (suivi et la vérification de procédé)	JTBD	Usage	Innovation

Tableau 11: Fonctions déterminées par la méthode de Job-To-Be-Done

Finalement, en bâtissant un arbre fonctionnel préliminaire, certaines fonctions supplémentaires ont été trouvées. L'ensemble des fonctions de la machine vous sera présenté dans la section suivant.

IV. Création de l'arbre fonctionnel

Dans le but d'avoir une vue globale structurée des fonctions, l'arbre fonctionnel a été construite. Ceci a permis de mettre en évidence les principaux sous-systèmes du produit. Le tableau présente la liste définitive des fonctions retenues après la méthode RESEAU pour la création de l'arbre fonctionnel. L'arbre fonctionnel contient principalement des fonctions d'usage, quelques fonctions d'estime, et aussi des fonctions techniques qui ont été ajoutées à la droite de l'arbre à titre indicatif pour montrer vers quels concepts mèneront les fonctions techniques.

N°	Fonctions	Méthode	Type	Kano
F6	Eliminer le contact direct entre l'infirmier et le produit	Besoin	Contrainte	Base
F15	Déplacer la brosse tout au long de l'endoscope	Besoin	Technique	Base
F16	Ajouter les produits lessiviels	Intuitive	Technique	Base
F20	Utilisé une source d'électricité standard	Intuitive	Technique	Performance
F21	Utiliser l'installation d'eaux de réseaux	Intuitive	Technique	Performance
F22	Protéger l'utilisateur contre les effets négatifs des produits lessiviels	Intuitive	Contrainte	Base
F23	Indiquer le niveau des produits stockés dans les réservoirs	Intuitive	Technique	Performance
F24	Indiquer l'état de la machine (en marche, en attente, erreur)	Intuitive	Technique	Performance
F27	Faire le cycle de nettoyage complet (pareil à celui manuels)	Intuitive	Usage	Base
F28	Evacuer la vapeur des produits lessiviels	Intuitive	Technique	Performance
F31	Contenir l'endoscope	Intuitive	Usage	Base
F40	Monter et enlever l'endoscope facilement	Environnement	Technique	Performance
F43	Nettoyer l'endoscope	Environnement	Usage	Base
F44	Eviter l'altération de l'endoscope	Environnement	Contrainte	Contrainte
F46	Contenir la solution	Environnement	Technique	Performance
F56	Permettre l'installation dans le local de nettoyage/ désinfection	Environnement	Estime	Contrainte
F59	Permettre le transport facile de la machine	Environnement	Estime	Performance
F61	Avoir une dimension qui facilite la manutention de machine	Environnement	Contrainte	Contrainte
F62	Evacuer les produits usés	Environnement	Technique	Performance
F64	Communiquer les informations de fonctionnement à l'utilisateur	Environnement	Technique	Innovation
F66	Posséder un panneau de commande	SAFE	Technique	Innovation
F67	Recevoir les consignes de l'utilisateur	SAFE	Usage	Innovation
F68	Minimiser le temps de préparation de la machines	SAFE	Estime	Performance
F69	Faciliter la préparation de la machine	SAFE	Estime	Performance
F72	Mesurer et contrôler le niveau des produits lessiviels	SAFE	Technique	Performance
F83	Fournir une fiche de contrôle après la fin de cycle	SAFE	Technique	Innovation
F91	Immerger l'endoscope par un détergent avec l'eau du réseau	Normes	Usage	Base
F92	Irriguer tous les canaux	Normes	Usage	Base
F96	Immerger l'endoscope et irriguer tous les canaux	Normes	Usage	Base
F97	Jeter l'eau de rinçage après chaque utilisation	Normes	Usage	Base
F99	Immerger l'endoscope et les valves dans une solution désinfectante	Normes	Usage	Base
F100	Irriguer tous les canaux jusqu'à élimination complète de l'air	Normes	Usage	Base
F104	Résister à la collision	Normes	Technique	Contrainte
F108	Réduire les charges de la préparation de la machine	Job-to-be-done	Usage	Performance
F111	Organiser et ordonner les informations avant et après chaque acte endoscopique	Job-to-be-done	Technique	Innovation
F115	Contrôler les paramètres de lavage (nettoyage/ désinfection)	Besoin	Technique	Performance
F116	Enregistrer et afficher les paramètres pendant le cycle de nettoyage (suivi et la vérification de procédé)	Job-to-be-done	Technique	Innovation
F57	Isoler les vibrations	Environnement	Technique	Contrainte
F85	Contrôler la position de la brosse	SAFE	Technique	Performance

Tableau 12: Fonctions utilisés dans la création de l'arbre fonctionnelle

D'après l'arbre fonctionnel ci-dessous, les sous-systèmes de la machine **McDAE** qui couvrent tous les aspects de conception sont les suivants :

- ⇒ Sous-système de brossage.
- ⇒ Sous-système de déplacement.
- ⇒ Sous-système de fixation.
- ⇒ Sous-système de préparation de la solution.
- ⇒ Sous-système de stockage.
- ⇒ Sous système de la communication intelligente (machine-personnel de soin).
- ⇒ Sous-système d'installation de la machine.
- ⇒ Sous-système de séchage.

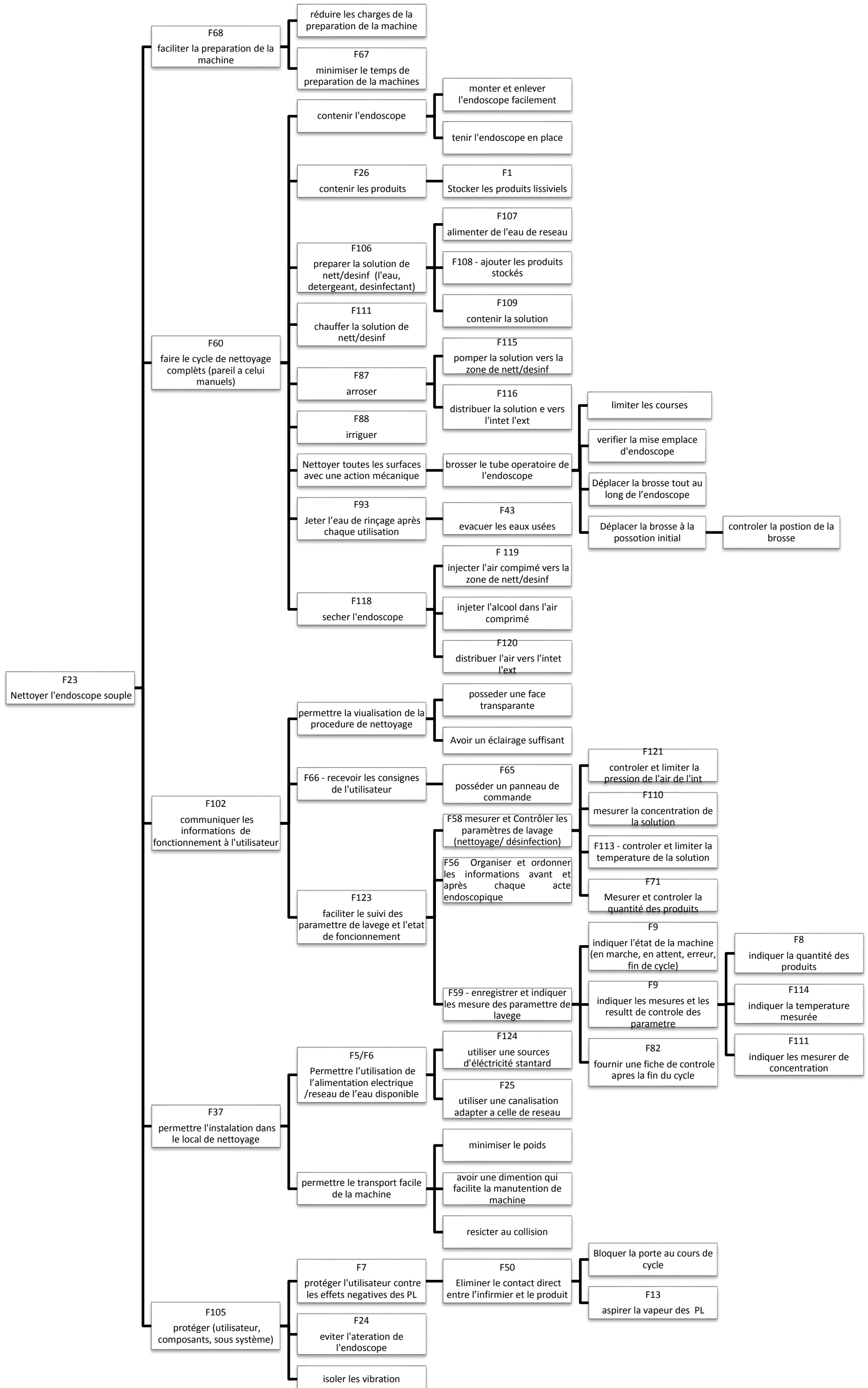


Figure 6: Arbre fonctionnel

Evidemment, certaines fonctions sont toujours manquantes même après la méthode RESEAU et Job-To-Be-Done. La construction de l'arbre fonctionnel a permis cependant de corriger la situation et de s'assurer de la cohérence de l'arbre fonctionnel. Le tableau montre les fonctions complémentaires trouvées.

N°	Fonctions	Méthode	Type	Kano
F117	Chauffer la solution	Arbre fonctionnelle	Usage	Performance
F118	Préparer la solution de nettoyage/ désinfection	Arbre fonctionnelle	Usage	Base
F119	Mesurer la concentration de la solution désinfectante/ détergente	Arbre fonctionnelle	Usage	Performance
F120	Indiquer les mesures de concentration	Arbre fonctionnelle	Technique	Innovation
F121	Contrôler et limiter la température de la solution	Arbre fonctionnelle	Usage	Performance
F122	Indiquer la température mesurée	Arbre fonctionnelle	Technique	Performance
F123	Pomper la solution vers la zone de nettoyage	Arbre fonctionnelle	Technique	Performance
F124	Distribuer la solution vers l'intérieur et l'extérieur de l'endoscope	Arbre fonctionnelle	Usage	Performance
F125	Contrôler et limiter la pression	Arbre fonctionnelle	Technique	Performance
F126	Sécher l'endoscope	Arbre fonctionnelle	Usage	Base
F127	Injecter l'air comprimé vers la zone de nettoyage/ désinfection	Arbre fonctionnelle	Technique	Base
F128	Injecter l'alcool dans l'air comprimé	Arbre fonctionnelle	Technique	Performance
F129	Distribuer l'air comprimé vers l'intérieur et l'extérieur de l'endoscope	Arbre fonctionnelle	Usage	Base
F130	Faciliter le suivi des paramètres de lavage et l'état de fonctionnement	Arbre fonctionnelle	Estime	Innovation
F131	Tenir l'endoscope en place	Arbre fonctionnelle	Usage	Performance
F132	Avoir un éclairage suffisant	Arbre fonctionnelle	Usage	Performance
F133	Déplacer la brosse sur la surface de nettoyage	Arbre fonctionnelle	Usage	Innovation
F134	Bloquer la porte au cours de cycle	Arbre fonctionnelle	Technique	Innovation
F135	Protéger (utilisateur, composants, sous système)	Arbre fonctionnelle	Usage	Base
F136	Minimiser le poids de la machine	Arbre fonctionnelle	Usage	Performance
F137	Indiquer les mesures et les résultats de contrôle des paramètres de désinfection	Arbre fonctionnelle	Technique	Performance
F138	Contrôler et limiter la température de la solution	Arbre fonctionnelle	Technique	Performance
F139	Posséder une face transparente	Arbre fonctionnelle	Technique	Innovation
F140	Permettre la visualisation de la procédure de nettoyage	Arbre fonctionnelle	Technique	Innovation
F141	Nettoyer toutes les surfaces avec une action mécanique	Arbre fonctionnelle	Usage	Innovation
F142	Brosser le tube opératoire de l'endoscope	Arbre fonctionnelle	Technique	Innovation
F143	Vérifier l'emplacement de l'endoscope	Arbre fonctionnelle	Technique	Performance

Tableau 13: Fonctions trouvée par l'arbre fonctionnel

Synthèse :

Une fois que l'arbre fonctionnel est déterminé, la structure de travail pour la recherche de concept est désormais définie.

Le prochain chapitre présentera la génération et l'évaluation des concepts des sous-systèmes en déterminant la matrice morphologique et la matrice de PUGH .

Lors des prochains chapitres nous allons nous focaliser sur la partie mécanique du projet, Le binôme AALLOUCH Taoufik et ELMESBAHI Jihad se focaliseront sur la partie hydraulique.

Chapitre 3 : Etude conceptuelle

Dans ce chapitre, le cahier des charges fonctionnel de la machine McDAE sera élaboré. Les spécifications d'ingénierie seront utilisées par la suite pour créer la maison de qualité DFQ, qui permettra ultérieurement de déterminer les spécifications critiques indispensables pour le choix des concepts en regard des attentes du client. Un concept final de la partie mécanique sera défini à la fin de ce chapitre..

I. Cahier de charge fonctionnel

1. Tableau des spécifications

Les principales spécifications d'ingénierie, qui découlent des fonctions de troisième ordre de l'arbre fonctionnel ont été regroupées et définies dans un tableau afin de bien visualiser les restrictions à suivre en cours de conception.

	Fonctions	Type	K	Spécifications d'ingénierie	Définition	Mesure	Niveau	Flexibilité	Important pour la satisfaction des clients
F77	Recevoir les consignes d'opérateur	Contrainte	4	Circuit séquentiel synchrone	Fixer la procédure selon le niveau de traitement requis	Type d'opération faite	Criticité	F3	X
F26	Contenir l'endoscope	Usage	4	Longueur du tube d'insertion	-	Décimètre	560 mm	F0	
	-	-		Longueur du raccord lumière	-	Décimètre	1630 mm	F0	
F82	Permettre le maintien d'endoscope	Usage	3	Poids d'endoscope	-	Balance électronique	560 g	F0	
	-	-		Diamètre du bloc fixé	-	Pied à coulisse	32 mm	± 3mm	
	-	-		Force de retenue d'endoscope	Force pouvant être exercée sur le bloc fixé sans que celui-ci ne bouge	Application d'effort du couple sur l'endoscope	-	-	
	-	-		Nombre de DDL après fixation	Nombre de DDL une fois le bloc est fixé	Aucun mouvement ou vibration ressentie durant l'insertion	Aucun DDL	F0	
F86	Posséder une surface de nettoyage	Estime	2	Hauteur de la cuve	Prendre en compte l dimensions d'endoscope et des composants de la machine	Décimètre	1150 mm	Max	
	-	-		Largeur de la cuve	Prendre en compte l dimensions d'endoscope et des composants de la machine	Décimètre	700 mm	Max	
	-	-		Profondeur de la cuve	Prendre en compte la dimension d'endoscope et des composants de la machine	Décimètre	400 mm	Max	
F73	Contrôler la position de la brosse	Technique	2	Angle de contact	Angle minimal qui pourra accomplir la tache commandée sans endommagement de l'endoscope et avec un niveau maximal d'efficacité	Calcul	-	-	
	-	-		Vitesse de rotation	Il ne dépend que du sous-système d'enchaînement choisi		-	-	
	-	-		Coordonnées de position de la brosse	Prendre en compte le position d'endoscope	Estimation du jeu fonctionnel	500 µm	Max	
F63	Guider la brosse vers la zone de préparation	Technique	3	Coordonnées de la zone de préparation	Guider la brosse selon les axes X, Y et Z	-	-	-	
F64	Déplacer la brosse au long du tube d'insertion	Technique	5	Vitesse de déplacement de la brosse	Vitesse de déplacement unidirectionnelle suivant Z	Calcul	-	-	
	-	-		Temps de déplacement	Temps requis pour le déplacement de la brosse	Chronomètre	2min	Min	
	-	-		Distance de déplacement	Distance entre le début et la fin du tube d'insertion	Décimètre	565 mm	± 5 mm	
F84	Limiter les courses	Technique	3	Résolution de positionnement	Distance théorique entre deux points consécutifs selon les trois axes	Décimètre	565mm	± 5 mm	
	-	-		Course maximale du vérin	Adapter la course maximale du vérin selon notre besoin	Fiche technique de vérin	580mm	± 10 mm	
F13	Respecter le temps nécessaire pour chaque étape	Technique	3	Temps de préparation	-	Chronomètre	5s	Max	x

	-	-		Temps de broissage	-	Chronomètre	4 min	Max	x
F46	Contrôler visuellement le cycle de nettoyage	Usage	3	Choix des matériaux	Visualiser clairement le déroulement de la procédure	Œil humaine	Vision claire	F0	x
F78	Emmagasiner les données en mémoire	Estime	3	Système d'information de gestion	Avoir un programme qui mémorise les informations du nettoyage	Programme et puce mémoire	-	-	
F83	Isoler les vibrations	Technique	4	Choix des matériaux	Choisir un matériau qui résiste aux vibrations	Caractéristiques techniques du matériau	-	-	
	-	-	-	Niveau du bruit	Niveau de bruit lors du fonctionnement des sous-systèmes d'entraînement	Appareil pour mesurer le niveau sonore (GAUS)	30 Db	Max	x
	-	-	-	Positions des sous-systèmes d'enchaînement	Prendre en considérations dans notre concept la position des sous-systèmes d'enchaînement	Estimation du jeu fonctionnel	500 µm	Max	
F76	Résister à la corrosion	Technique	4	Durée de vie du matériau choisie	-	Caractéristiques techniques du matériau	Très longue	F0	x
	-	Technique	4	Choix des matériaux	Choisir un matériau qui résiste aux vibrations	Caractéristiques techniques du matériau	-	-	x
F85	Résister aux impacts	Technique	2	Poids de la machine	Masse maximale admissible pour la manutention de la machine	Bascule électronique	100 kg	Max	x
	-	-	-	Outils de fixation	Posséder une stabilité satisfaisante quel que soit les conditions d'implantation	Type d'implantation	Soudage /Boulonnage	F0	
F65	Protéger contre les chocs électriques	Usage	5	Choix de matériaux	Choisir un matériau isolant contre les charges électriques	Conductivité	Non-conducteur	F0	x
F64	Arrêter en cas d'urgence	Contrainte	4	-	Posséder un système d'arrêt en cas de besoin Interrompre et reprendre l'opération en cas d'urgence	-	-		x
F81	Respecter les consignes d'ergonomie	Technique	3	Variation d'hauteur de la machine	Faciliter la manipulation de la machine pour l'utilisateur	Taille de l'utilisateur	1,7 m	± 0,25 m	x
	-	-		Luminosité	Adapter le niveau de luminosité selon le besoin	Œil humaine	Vue claire	F1	x
	Etre abordable	Contrainte	4	Cout de prototype	Cout d'achat des composants ainsi que son installation	Somme d'argent	8000 DH	± 2000 DH	x
	Faciliter l'entretien	Estime		Masse des pièces mobiles	Masse maximale admissible pour la manutention d'une pièce à entretenir	Calculer par SW	20 Kg	Max	
	-	-		Emplacement des pièces dans la machine	-	-	-	-	-
	-	-		Durée de vie machine	-	Nombre d'heure avant remplacement des pièces	-	-	x
	Bloquer la porte	-		Force de blocage	-	-	-	-	
	Eliminer la déviation d'eau/produits utilisés	-		Imperméabilité	-	-	-	-	x

Tableau 14: Liste des spécifications de la McDAE

2. Note à la conception

Les fonctions figurant dans l'arbre fonctionnel qui ne génèrent pas de spécifications devront également être tenues en compte tout au long du développement de projet. Pour se faire, ces fonctions ont été traduites en note à la conception elles serviront à guider la conception sans toutefois être des critères à respecter nécessairement.

N°	FONCTIONS	TYPES	KANO
F62	Mettre en place un système de qualité hygiène autour de l'endoscopie	Estime	I
F79	Recevoir les consignes d'opérateur	Estime	P
F29	Facile à manipuler la machine	Estime	P
F59	Eliminer les salissures et les résidus de détergent	Contrainte	B
F54	Fournir une fiche de traçabilité	Estime	I
F13	Respecter l'ordre des phases	Contrainte	B
F14	Respecter le temps nécessaire pour chaque étape de procédure	Estime	B
F18	Optimiser la procédure globale de traitement sans omettre ou dupliquer une ou plusieurs étapes	Usage	I
F41	Programmer le type du cycle de nettoyage selon l'acte endoscopique	Technique	I

C : Contrainte ; B : Base ; P : Performance ; I : Innovation

Tableau 15: Liste des fonctions complémentaires non-génératrices de spécifications

II. Structure fonctionnelle

La structure fonctionnelle du produit a été réalisée afin de valider les fonctions retenues de l'arbre fonctionnel et de répartir les responsabilités selon les fonctions essentielles à une organisation par

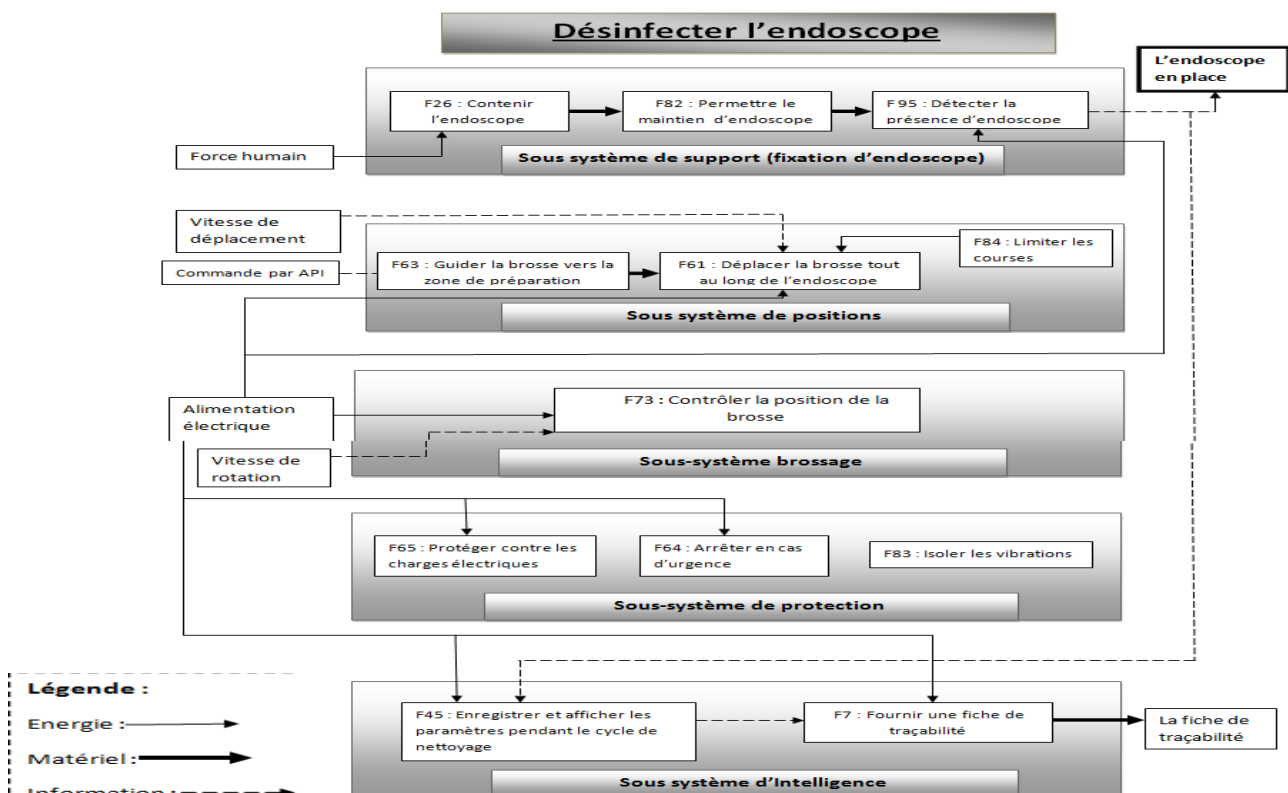


Figure 8 : Structure fonctionnelle de la machine par sous-systèmes

III. Configuration physique

Afin d'avoir une première idée globale de la machine, la figure ci-dessous montre la configuration physique de la **McDAE** ainsi que l'agencement des sous-systèmes en deux dimensions. Leur positionnement permet d'avoir une première représentation simple de la machine. Ce positionnement dans l'espace ainsi que la définition de la structure fonctionnelle vont nous permettre d'élaborer le volume et l'interface de chacun des sous-systèmes.

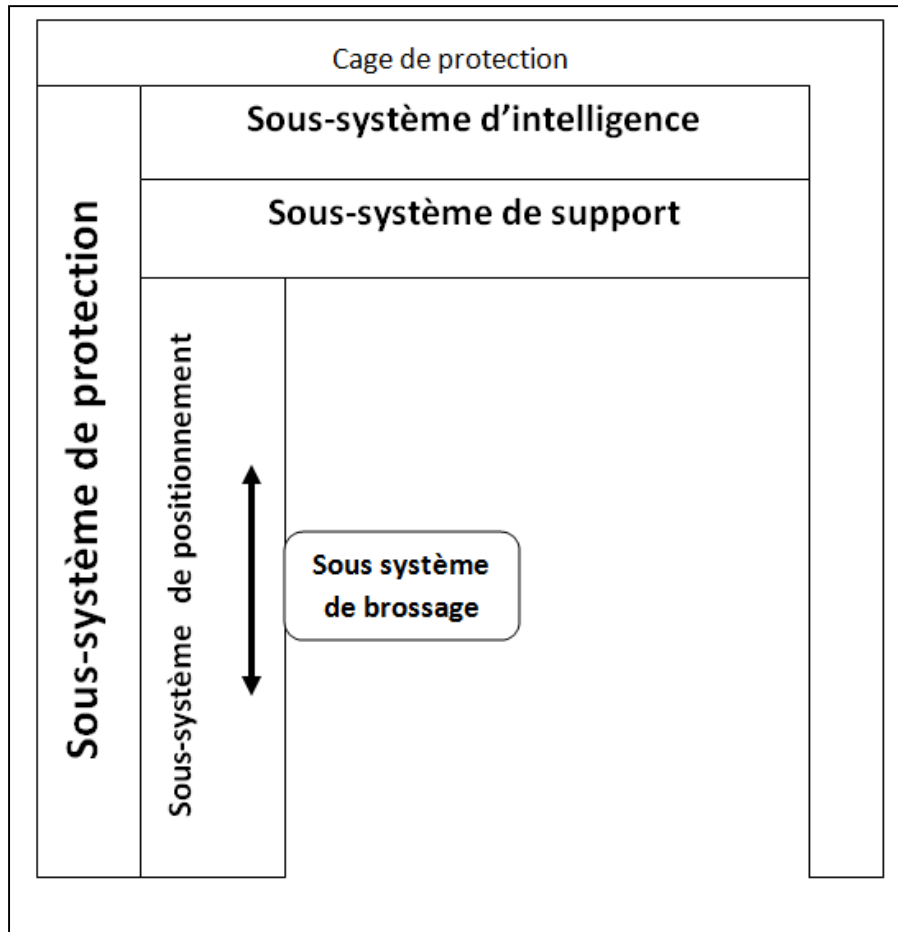


Figure 9 : Configuration physique de la machine par sous-systèmes

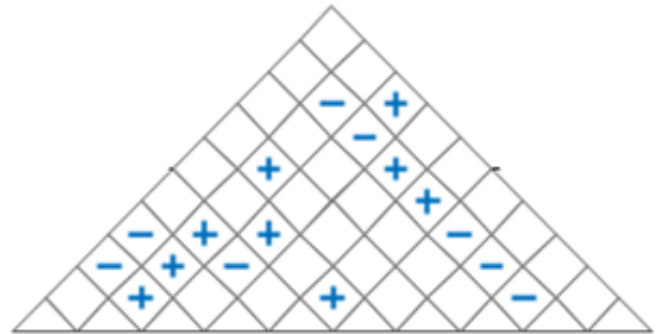
IV. Pondération QFD

La matrice QFD a été ensuite construite pour pondérer les spécifications fonctionnelles liées aux attentes clients avec les besoins de ceux-ci. Les détails de l'analyse de cette matrice sont disponibles dans la figure ci-dessous :

Matrice des relations
 Relation forte = 9
 Relation moyenne = 3
 Relation faible = 1
 aucune relation = case vide

Matrice des corrélations
 Corrélation positive = +
 Corrélation négative = -
 aucune corrélation = case vide

Orientation
 ↓: Max
 ↑: Min



		↓	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↑	↓	↑		
		Customer Importance	Temps d'opération	Choix du matériau	Niveau u bruit	Durée de vie machine	Poids de la machine	Variation de la hauteur de la machine	Luminosité	Circuit Séquentiel synchrone	Coût du prototype	Emplacement des pièces	
Requ沿海ments	Recevoir les consignes d'opérateur	4	3					3	3	9	1		
	Respecter le temps nécessaire pour chaque étape	3	9		1								
	Contrôler visuellement le cycle de nettoyage	3		9				1	9		3		
	Isoler les vibrations	4	1	9	3		3	3			1	9	
	Résister à la corrosion	4		9		3	1				3	3	
	Résister aux impacts	2		3		1	9	3					
	Protéger contre les chocs électriques	5		9						1	1	3	
	Arrêter en cas d'urgence	4	3								1	1	
	Respecter les consignes d'ergonomie	3						9	9				3
	Etre abordable	5	1	3	1	3	1	1	1		9		
	Faciliter l'entretien	3		1		3	1						9
	Degré de difficulté technique	3		1		3	1						9
Degré de difficulté technique (1-5)		2	3	3	2	2	2	2	1	4	3	3	
		Flexibilité	Max	F0	Max	F4	± 20 kg	± 0.25 m	F1	F4	± 2000 DH	.	
		Niveau	10 min	Non-conducteur	30 dB	Tres longue	80 kg	1.7 m	Vision claire	Type de ndos copie	8000 DH	.	
Importance rating		60	171	50	46	66	65	71	41	83	130		
Fonctions retenue		x	x	x		x	x	x		x	x		

Figure 9: QFD de la McDAE

V. Identification des spécifications d'ingénierie critiques

On obtient finalement les spécifications les plus importantes aux yeux des clients qui doivent être considérées lors du choix des concepts. Ces spécifications dites critiques sont les suivantes :

Spécifications critiques
Temps des opérations
Choix des matériaux
Poids de la machine
Luminosité
Cout de la machine
Emplacement des composants
Imperméabilité
Durée de vie de la machine

Tableau 16: Spécifications d'ingénierie critiques

VI. Matrice morphologique :

1. Conception des sous-systèmes par SolidWorks :

a. Sous-système de déplacement :

Concept 1 : système vis-écrou :

Le système **vis-écrou** est un mécanisme d'entraînement en translation (Lorsque la vis tourne, l'écrou est entraîné en translation). Il permet la transformation du mouvement par une liaison hélicoïdale. Ce système se compose :

- D'une tige filetée entraînée en rotation autour d'un axe fixe par rapport au bâti de la machine
- D'une pièce comportant un filetage intérieur « écrou », guidée en translation par rapport au bâti.

Ce système est utilisé pour les déplacements précis à forte charge.



Figure 11 : Vérin sans tige à vis Trapézoïdale

Concept 2 : système poulie-courroie :

Il s'agit d'un mécanisme d'entraînement en translation. Ce système transmet par adhérence, à l'aide d'un lien flexible « courroie », un mouvement de rotation continu entre deux arbres éloignés. Il est composé de :

- De deux poulies dentées de même taille, une menante et l'autre menée
- D'une courroie crantée, elle porte une plaque guidée en translation par rapport au bâti.

Ce système est utilisé pour les déplacements de grande vitesse à faible charge.

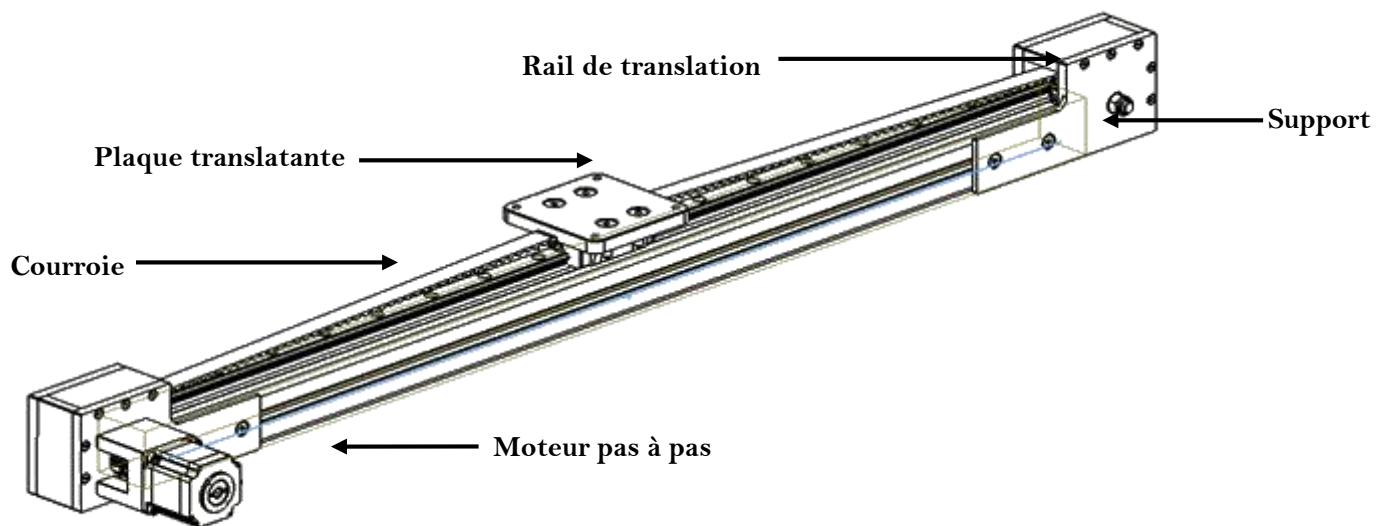


Figure 12 : Vérin sans tige à courroie crantée

b. Sous-système de brossage :

Concept 1 :

Il s'agit d'un train engrenage, ce système mécanique est composé de :

- Deux roues dentées engrenées de même taille, servant à la transmission du mouvement de rotation entre eux
- Un micro-servomoteur
- Un pignon
- Une brosse

Les deux roues dentées sont en contact l'une à l'autre, tournent au sens contraire et se transmettent la puissance par obstacle. Une roue est menée par un arbre d'un micro-servomoteur et l'autre est composé d'un pignon qui engendre un mouvement de rotation de la brosse (**Figure 13**).



Figure 13 :_Brosse à système engrenage

Concent 2 :

Ce système est composé de :

- Deux servomoteurs
- Un bâti
- Deux brosses
- Des pièces intermédiaires

Les deux servomoteurs tournent au sens contraire, ils engendrent un mouvement de translation linéaire des brosses par rapport au bâti à l'aide des pièces intermédiaires.

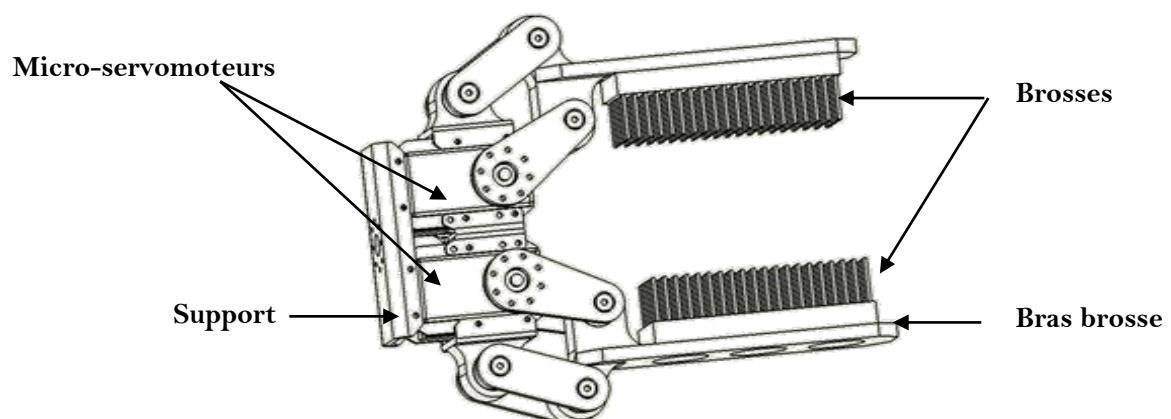


Figure 14 : Brosse à servomoteurs

Concept 3 :

Ce système est composé de :

- Deux Moteurs DC
- Deux brosses

Les deux moteurs DC tournent dans le même sens, ils engendrent un mouvement de rotation des brosses par rapport au bâti.

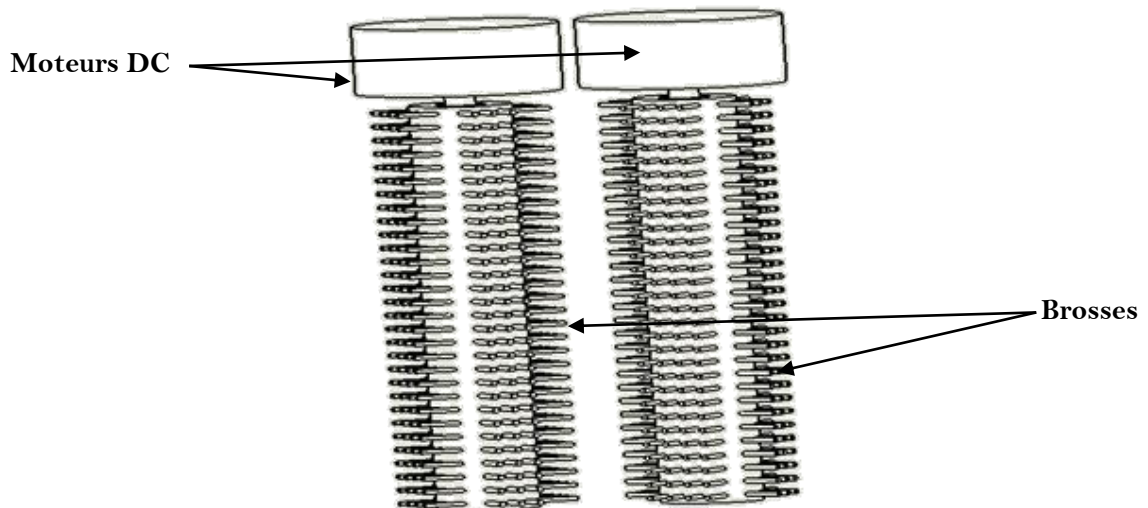


Figure 15 : Brosse à système de rotation

c. Sous-système de fixation :

Concept 1 : système horizontale :

- La cuve est de forme horizontale
- L'endoscope est posé sur un circuit adapté à ses dimensions
- Visibilité de la procédure de nettoyage pour l'utilisateur

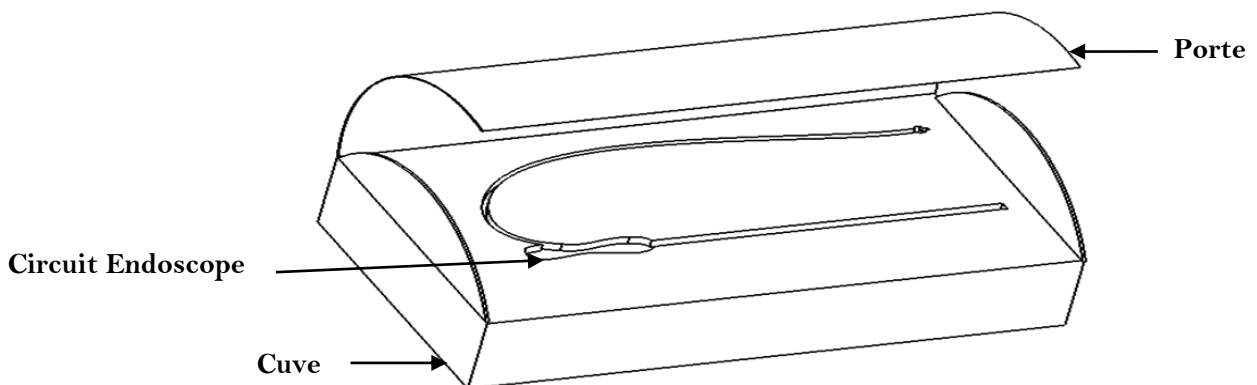


Figure 16 : Boite de nettoyage (forme Horizontale)

Concept 2 : système Verticale :

La cuve est de forme verticale et l'endoscope est posé sur deux parties :

- Une partie consacrée au nettoyage du tube d'insertion
- Une partie consacrée au nettoyage du raccord lumière



Figure 15: Boite de nettoyage (forme verticale)

d. Sous-système commande / affichage :

Concept 1 :

← Cuve

Ce concept est une version classique des panneaux de commandes. Il est composé d'un **sélecteur**, bouton **départ/pause** et des **voyants** indicatifs.

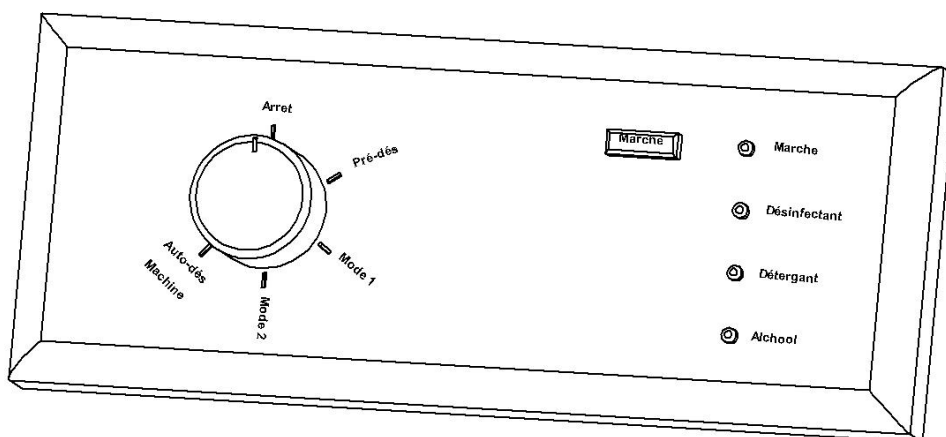


Figure 18 : Panneau de contrôle/affichage (concept1)

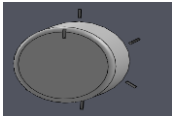
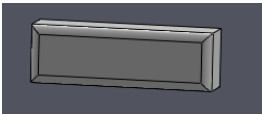

<p>Sélecteur</p> 	<p>Sélecteur du programme :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour éteindre la machine et pour sélectionner les programmes. • Vous pouvez sélectionner la séquence de votre choix en faisant tourner le sélecteur de programmes. • Peut être tourné dans les deux sens.
<p>Marche/Pause</p> 	<p>Départ/pause</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lorsque vous souhaitez changer de programme de fonctionnement : Appuyez sur le bouton (Marche/pause) →sélectionnez le programme à changer → appuyez à nouveau sur le bouton (Marche/pause)
<p>Voyants</p> 	<p>Les voyants</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bleu : s'allume si la machine est en marche • Bleu ciel : indique le niveau du désinfectant • Vert : indique le niveau du détergent • Jaune : indique le niveau d'alcool

Tableau 17: composants du Panneau de contrôle/affichage (concept1)

Les modes existant dans notre machine :

- **Pré-désinfection** : Ce mode est essentiel si l'endoscope était stocké pour une durée qui dépasse 12h
- **Mode 1** : la procédure normalisée de nettoyage/désinfection d'endoscope
- **Mode 2** : la procédure normalisée de nettoyage/désinfection d'endoscope avec un double nettoyage
- **Auto-désinfection** : Après un certain cycle de fonctionnement bien déterminer une désinfection interne de la machine est imposé (afficher dans l'écran de commande), afin de minimiser le risque de contamination.

Remarque :

Auto-désinfection s'effectue après 10 cycles en cas normal, mais lors d'une criticité très élevée pendant le nettoyage des endoscopes, l'infirmière a le choix de désinfecter la machine, afin d'éliminer tout risque de contamination.

Pour bien comprendre en détailles les cycles programmés dans notre machine, nous proposons de voir la partie logigramme de la machine figure page () .

Concept 2 :

Ce concept se compose d'un sélecteur (on/off) et un écran de commande tactile. Le système est connecté par une application téléphonique pour recevoir la traçabilité de l'opération.

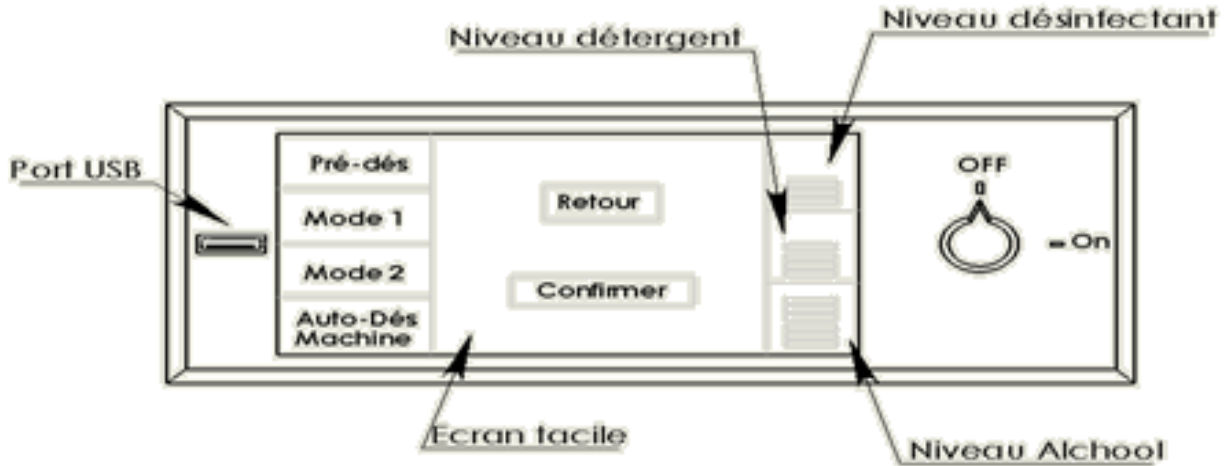


Figure 19 : Panneau de contrôle/affichage (concept2)

Le tableau ci-dessous montre les fonctions des deux composants.


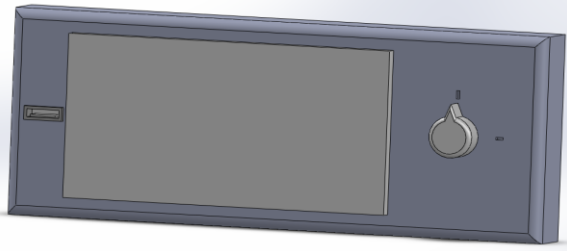
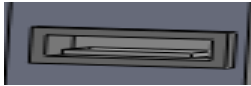
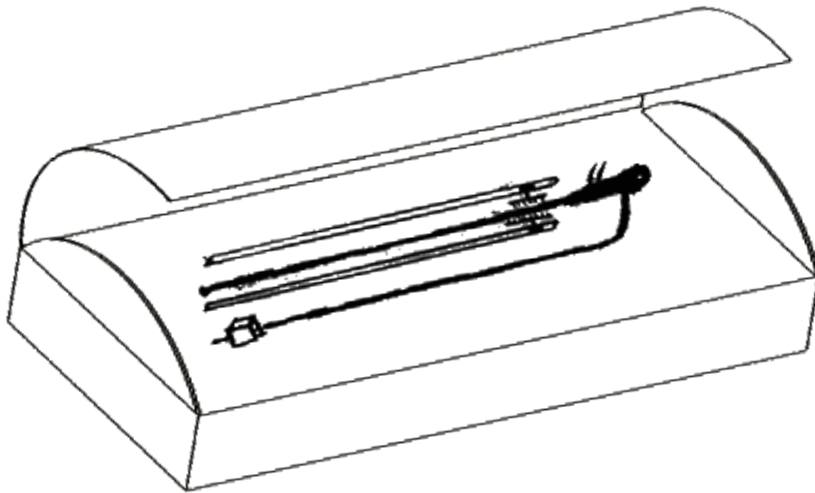
	Sélecteur : <ul style="list-style-type: none">• Pour allumer et éteindre la machine• Peut se tourner dans les deux sens.
	Ecran de commande : <ul style="list-style-type: none">• Sélectionner le programme à exécuté• Confirmer votre choix pour commencer le cycle• Retourner si vous voulez modifier le choix par un clic sur retour• Des indicateurs sur la droite de l'écran montrent les niveaux des produits et la présence d'endoscope
	Port USB : <ul style="list-style-type: none">• Connecter des périphériques informatiques de la machine à un ordinateur ou à tout type d'appareil.• Pour modifier un mode ou ajouté un autre mode.

Tableau 18: composants du panneau de contrôle/affichage (concept2)

2. Concepts générés :

La matrice morphologique permet non-seulement de générer des concepts par sous-systèmes mais aussi de combiner entre eux pour créer des concepts globaux, les figures ci-dessous montrent les quatre concepts globaux générés.

Concept : 2



Description :

Le deuxième concept est de forme verticale, il est composé de :

- sous système de brossage
- sous système de fixation (cuve, porte, porte endoscope)
- sous système de déplacement constitué d'un mécanisme de poulie courroies

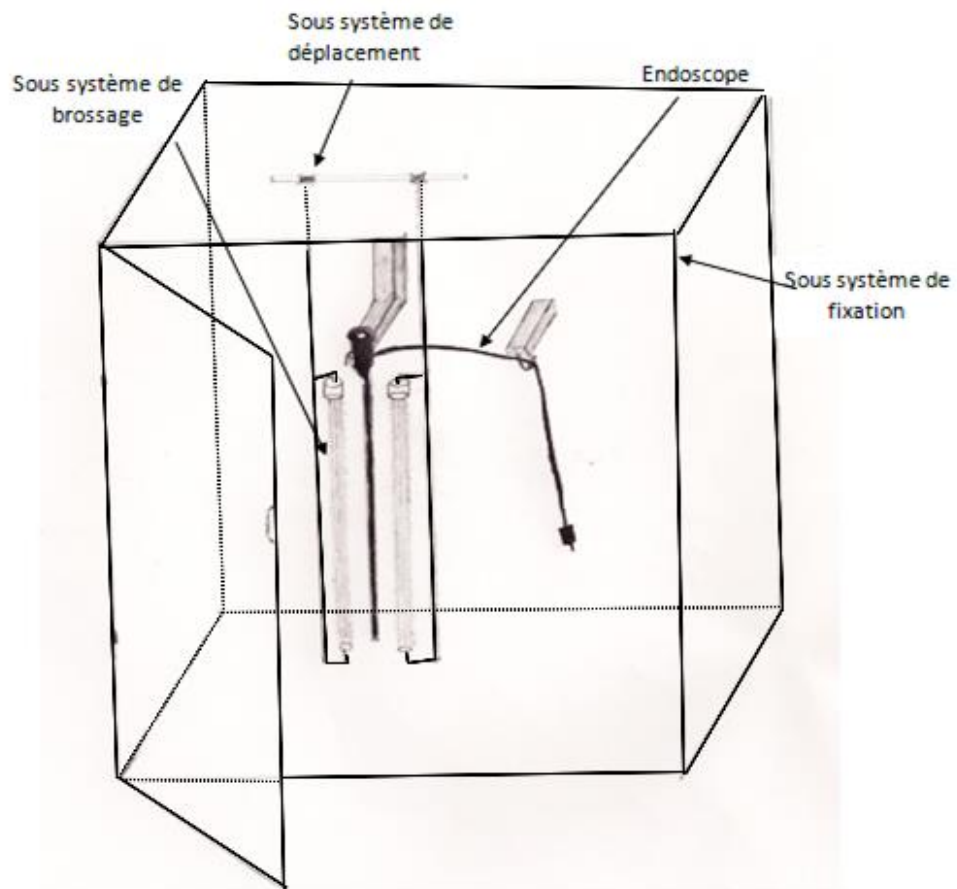
N.B : les sous-systèmes

Figure 20 : Concept 1 de la McDAE

que

Figure 21 : Concept 2 de la McDAE

Concept : 3



Description :

Le troisième concept est de forme vertical, il est composé de :

- sous système de brossage
- sous système de fixation (cuve, porte, porte endoscope)

N.B : les sous-systèmes sont expliqués dans la partie **Matrice morphologique**



Figure 23 : Concept 4 de la McDAE

V. Matrice pugh :

1. Définition :

La matrice de Pugh, ou matrice de décision, est un outil simple et d'aide à la décision multicritères, permettant de progresser dans la résolution des problèmes de décision, souvent contradictoires, doivent être pris en compte. En appliquant plusieurs critères de décision simultanément.

L'objectif de cet outil est d'effectuer le choix optimal malgré les critères conflictuels. Cette méthode va nous permettre aussi de converger vers le **concept final**.

2. Application :

Voici, pour chaque fonction du sous-système mécanique, une matrice de Pugh permettant d'identifier le/ou les meilleurs concepts à l'aide des critères de sélection.

Concepts	C1	C2	C3	C4
Spécifications d'ingénierie pertinentes de DFQ-1				
Imperméabilité	-	Datum	-	+
Choix du matériau	S		S	+
Luminosité	-		S	+
Emplacement des pièces	-		-	-
Temps d'opération	-		-	S
Durée de vie de McDAE	+		+	+
Spécifications supplémentaires du CdCF				
Coût du prototype	+		-	-
Variation de la hauteur de la machine	+		-	+
Total +	3		1	5
Total -	4		5	2
Total S	1		2	1
	8		8	8

3. Analyse des

résultats :

Tableau 19: Matrice Pugh

Concept	Critère	Description
C1	Pointage	Nombreux points négatifs, très peu de positifs
	Forces	Optimisation de la surface, coût faible
	Faiblesses	Variation de la hauteur de la machine, ne permet pas une visualisation claire de la procédure. ne respecte pas les consignes d'ergonomie
	Décision	Éliminé
C3	Pointage	Nombreux points négatifs, peu de points similaires
	Forces	La durée de vie de la McDAE
	Faiblesses	Emplacement des pièces sur la McDAE, ne permet pas une meilleure fixation d'endoscope, coût élevé.
	Décision	Éliminé
C4	Pointage	Beaucoup de points positifs, meilleur pointage pour les similaires
	Forces	visualisation très claire de la procédure, grande imperméabilité, Durée de vie de McDAE, meilleur Emplacement des pièces.
	Faiblesses	Coût élevé. Temps de broissage élevé

Décision	Conservé
Conclusion	
DATUM	C2
Concepts éliminés	C1, C3
Concepts conservés	DATUM (C2) et C4

Tableau 20: Description des critères des concepts

Il est clair, en analysant la matrice de Pugh, que le DATUM n'est pas le concept le plus performant. Le concept 4 semble posséder des caractéristiques qui remplissent les critères mieux que le DATUM.

En conclusion, le **concept 4** sera conservé.

Synthèse :

Le cahier des charges fonctionnel de la machine McDAE a été élaboré afin de déceler toutes les spécifications d'ingénierie qui sont utilisées pour la création de la maison de la qualité QFD. Cette maison avait pour objectif de déterminer les spécifications critiques indispensables pour le choix des concepts en regard des attentes du client. La méthode de PUGH a été utilisée afin de choisir le concept final de la partie hydraulique de la machine McDAE. Après l'étude du système hydraulique, on peut apporter des modifications au concept choisi s'il est nécessaire.

Chapitre 4 : Analyse d'ingénierie

Cette phase inclura une analyse d'ingénierie détaillée basée sur des calculs justifiés.

I. Etude détaillée des sous-systèmes

1. Sous-système de fixation

1.1. Cuve et porte

a. Géométrie :

C'est le corps de notre projet, il s'agit d'un assemblage composé de :

- ❖ **Une cuve** assemblée par soudage, son rôle pour la sûreté de l'installation est primordial, son intégrité doit être assurée et justifiée dans toutes les situations de fonctionnement de la machine et pour toute la durée de son exploitation, elle sert à soulever des charges importantes et d'empêcher les solutions utilisées de s'échapper vers l'extérieure, la base de la cuve est inclinée de 30° afin de faciliter l'évacuation. (Voir Annexe 3 p.95).
- ❖ **Une porte pivotante** : avec ouverture vers le haut, elle peut aller jusqu'à 160° et a simple pression de la main à l'aide de deux commutateurs charnière de sécurité (Voir Annexe4 p.96 Et 97) et elle est contournée par un joints pour éliminer la déviation des produits utilisés (Voir Annexe 5 p.98).
- ❖ **Une vitre fixe.** (Voir Annexe 6p.99).



b. Matériaux et technologie de fabrication :

- ❖ **La cuve** sera réalisée en acier inoxydable X2CRNIMO18-14-3, elle mesure 1150mm*700mm*400mm avec une épaisseur de 5mm, ces mesures sont dictées par le type d'endoscope par boîtier et la course de déplacement suivant **z**.
- ❖ **La porte pivotante et la vitre** seront réalisées en plexiglas, Il s'agit d'une matière plastique appartenant à la famille des thermoplastiques, qui a pour propriétés d'être transparente et très résistante.

c. Calculs et justifications :

Aucun calcul d'ingénierie n'a été effectué pour la cuve et les portes.

Le plexiglas a été choisi selon plusieurs raisons :

- ❖ Sa forte résistance (densité de 1.19 g /cm³)
- ❖ Sa très grande transparence (indice optique = 1.49)
- ❖ Son poids léger
- ❖ Son aspect très lisse et brillant qui en fait de lui un matériau esthétique
- ❖ Son cout faible

L'INOX X2CRNIMO18-14-3 a été choisi selon plusieurs raisons :

- ❖ Sa forte résistance mécanique
- ❖ Sa forte résistance à la corrosion
- ❖ Sa longue durée de vie

1.2. Porte endoscope : partie tube d'insertion/Capteur à ultrasons

a. Géométrie :

Il s'agit d'un concept composé de deux pièces :

- **Crochet (1) :** Il permet le maintien d'endoscope pendant le cycle de Lavage, il suffit de le monter par une simple force.

Ces dimensions sont dictées par le type d'endoscope à nettoyer

- **Porte-crochet (2) :** Il consiste à positionner le crochet

Les deux composants sont soudés par cordon de soudage de type

congé de 2 mm et ils sont fixés par boulonnage (Voir Annexes 7 ,8 Et 9 p.100, 101

Et 102)au sommet de la cuve.

- **Capteur à ultrasons :** Il consiste à détecter la présence de l'endoscope (Voir Annexe 10 p.103).

b. Choix du matériau :

Ce porte-endoscope sera réalisé en **Acier allié inoxydable** de type X2CRNIMO18-14-3 selon plusieurs raisons :

- ❖ Sa forte résistance mécanique
 - ❖ Sa forte résistance à la corrosion
 - ❖ Sa longue durée de vie
- **Propriétés de l'acier allié inoxydable X2CRNIMO18-14-3 :**



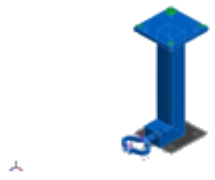
Référence du modèle	Propriétés
	Nom: Acier allié inoxydable Limite d'élasticité: 2.41275e+008 N/m² Limite de traction: 4.48083e+008 N/m² Module d'élasticité: 1.9e+011 N/m² Coefficient de Poisson: 0.26 Masse volumique: 7300 kg/m³ Module de cisaillement: 7.8e+010 N/m²

Tableau 21 : Propriétés de l'acier allié inoxydable X2CRNIMO18-14-3

c. Calculs et justifications :

i. Analyse statique :

➤ **Données :**

Le tableau ci-dessous montre les propriétés volumétriques des deux composants du porte-endoscope selon le matériau choisi :



Porte endoscope	Traité comme	Propriétés volumétriques
Crochet 	Corps volumique	Masse:0.0116016 kg Volume:1.58927e-006 m ³ Masse volumique:7300 kg/m ³ Poids:0.113696 N
Porte-crochet 	Corps volumique	Masse:0.748001 kg Volume:0.000102466 m ³ Masse volumique:7300 kg/m ³ Poids:7.33041 N

Tableau 22: Propriétés volumétriques des deux composants du porte-endoscope

➤ **Force de poids du tube d'insertion sur le porte-endoscope :**

Le calcul de la force exercée du tube d'insertion sur le porte-endoscope permettra l'analyse du comportement mécanique de ce dernier :

P = m * g (N) avec :

- **m** : Masse d'endoscope (kg) (tube d'insertion)
- **g** : Accélération de pesanteur **g= 9.81 N/kg**

A.N:

P = 0.355 (kg) * 9.81 (N/ kg)

P = 3.4825 (N)

➤ Actions extérieures

• **Appui fixe par boulonnage**

Le porte-crochet est fixé par boulonnage avec un système boulon/écrou, le vis et l'écrou sont de diamètre 4 mm

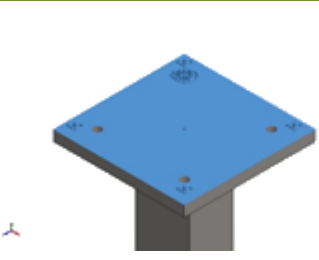
Nom du déplacement impose	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		Entités : 1 face(s) Type : Géométrie fixe

Tableau 23: Analyse statique du porte-crochet

• **Force de contact:**

L'endoscope exerce une force $P=3.48$ N orientée vers le bas et répartie sur les parois intérieure du crochet, causée par l'effet de serrage. Le tableau ci-dessous montre les détails du chargement du crochet.

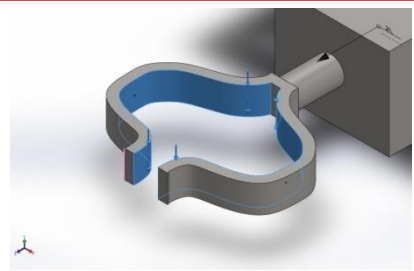
Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		Entités : 2 face(s) Référence : Arête< 1 > Type : Force Valeurs : ---, ---, 3.48 N

Tableau 24: Force exercée sur le crochet

ii. **Résultat de l'étude :**

La simulation de cet essai a été faite par le logiciel de simulation **SolidWorks**. Ce logiciel est très important dans le champ des simulations pour obtenir des résultats sur les diverses variables, et pouvoir comprendre le comportement des matériaux face aux charges exercées.

➤ **Contraintes :**

La figure ci-dessous montre l'analyse des contraintes par **SolidWorks simulation**, cette analyse permet par la suite de valider rapidement et de manière efficace la qualité, les performances et la sécurité du produit.

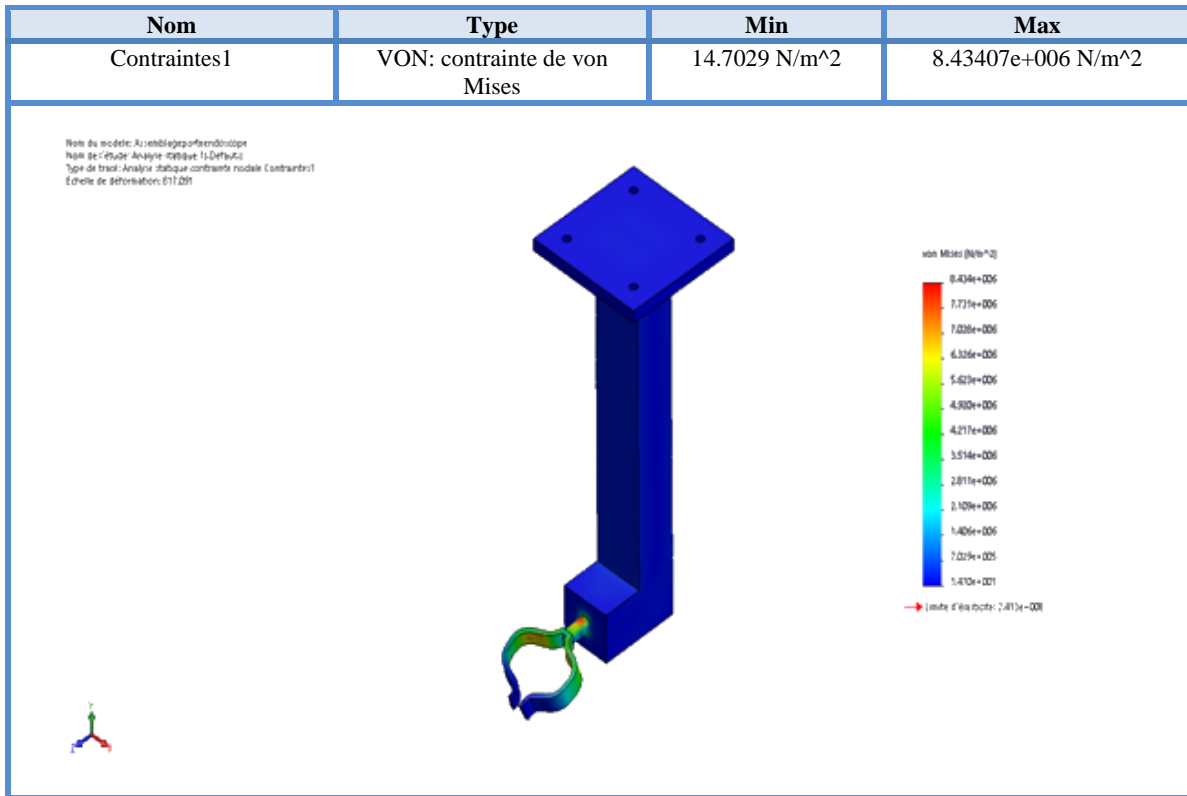


Figure 23 : Influence des lois de comportement sur la répartition des contraintes

➤ **Analyse :**

Les singularités du profil et les discontinuités géométriques, telle que la partie de raccordement entre les deux composants de l'assemblage induit des zones de concentration de contraintes (principalement longitudinales).

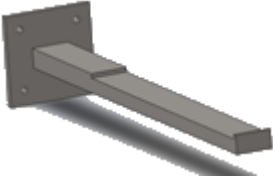
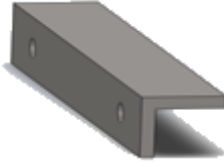
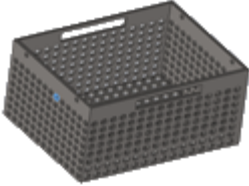
La Contraintes maximale engendrée par le déplacement est concentrée sur l'extrémité de la tige de crochet $\sigma_{max} = 8.434 \text{ MPA}$, cette valeur est largement inférieure à la limite d'élasticité $Re = 241 \text{ MPA}$ du matériau utilisé.

1.3. Porte endoscope : partie raccord lumière :

a. Géométrie :

Il s'agit d'un concept composé de deux pièces :



Pièce	Propriétés volumétriques	Pièce	Propriétés volumétriques
Porte-panier 	Masse: 0.343081 kg Volume: 4.69973e-005 m ³ Masse volumique: 7300 kg/m ³ Poids: 3.36219 N Nombre de pièce : 2	Ail panier 	Masse: 0.72634 kg Volume: 94987e-005 m ³ Masse volumique: 7300 kg/m ³ Poids: 7.11814 N Nombre de pièce : 2
Panier 	Masse: 4.32556 kg Volume: 0.000592542 m ³ Masse volumique: 7300 kg/m ³ Poids: 42.3905 N Nombre de pièce : 1		

- **Panier (1)** : Il permet de contenir l'endoscope

(Raccord lumière) pendant le cycle De Lavage, (Voir Annexe 11 et 12 p.104 et 105).

Il mesure 250 mm*200 mm*150 mm avec une épaisseur de 5 mm

Ces mesures sont dictées par les dimensions de la partie raccord lumière

- **Porte-panier (2)** : il se compose de deux barres fixées par

Boulonnage sur la paroi intérieure de la cuve, il sert à soulever le panier de ces deux extrémités. (Voir Annexe 13 p.106).

b. Choix du matériau :

Ce système sera réalisé en **Acier allié inoxydable** de type X2CRNIMO18-14-3 pour plusieurs raisons :

- ❖ Sa forte résistance mécanique
- ❖ Sa forte résistance à la corrosion
- ❖ Sa longue durée de vie

c. Calculs et justifications :

i. Analyse statique :

➤ Données :

Le tableau ci-dessous montre les propriétés volumétriques des composants du porte-endoscope selon le matériau choisi :

Tableau 25: propriétés volumétriques des composants du porte endoscope

- **Force de Poids :**

Le calcul de la force exercée du raccord lumière sur le panier permettra l'analyse du comportement mécanique de ce dernier :

$P = m * g$ (N) avec :

- **m** : Masse d'endoscope (raccord lumière)
- **g** : Accélération de pesanteur **$g = 9.81$ N/kg**

A.N:

$$P = 0.205 \text{ (kg)} * 9.81 \text{ (N/ kg)}$$

$$P = 2.01 \text{ (N)}$$

- **Force exercée sur le porte-panier :**

Le calcul de la force exercée sur le porte-panier permettra l'analyse de son comportement mécanique

$$F = P + P1 + 2*P2 \quad \text{avec}$$

- **P** : Force exercée du raccord lumière sur le panier) **$P = 2.01$ N**
- **P1** : Force de poids du panier **$P1 = 42.3905$ N**
- **P2** : Force de poids de l'ail-panier **$P2 = 7.11814$ N**

A.N :

$$F = 2.01 + 42.39 + 2* 7.11 \text{ (N)}$$

$$F = 58.62 \text{ (N)}$$

- **Actions extérieures**

- **Appui fixe par boulonnage**

Le porte-panier est fixé par boulonnage avec un système boulon/écrou, le vis a filetage et l'écrou sont de diamètre **4 mm**.

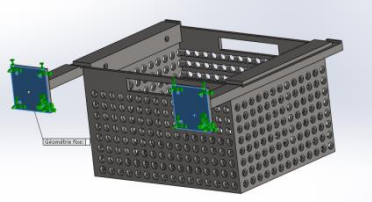
Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		Entités: 2 face(s) Type: Géométrie fixe

Tableau 26: Analyse statique du porte-panier

- **Force de contact :**

L'endoscope exerce une force **P= 2.05 N** orientée vers le bas et répartie sur la paroi intérieure du panier. L'assemblage panier et ailes-paniers exercent une force de poids **F = 58.62 (N)** sur le porte-panier. Le tableau ci-dessous montre les détails du chargement de l'assemblage.

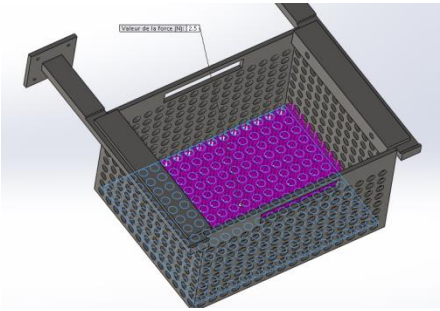
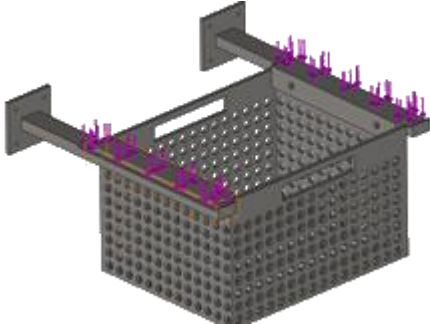
Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-2		Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: 2.5 N
Force-3 et 4		Entités: 2 face(s) Type: Force normale Valeur: 58.62 N

Tableau 27: Force exercées sur l'assemblage panier

ii. Résultat de l'étude :

La simulation de cet essai a été faite par le logiciel de simulation **SolidWorks**. Ce logiciel est très important dans le champ des simulations pour obtenir des résultats sur les diverses variables, et pouvoir comprendre le comportement des matériaux face aux charges exercées.

➤ **Contraintes :**

La figure ci-dessous montre l'analyse des contraintes avec **SolidWorks simulation**, cette analyse permet par la suite de valider rapidement et de manière efficace la qualité, les performances et la sécurité du produit.

Nom	Type	Min	Max
Contraintes	VON: contrainte de von Mises	143.098 N/m ² Noeud: 58205	7.37311e+006 N/m ² Noeud: 4264

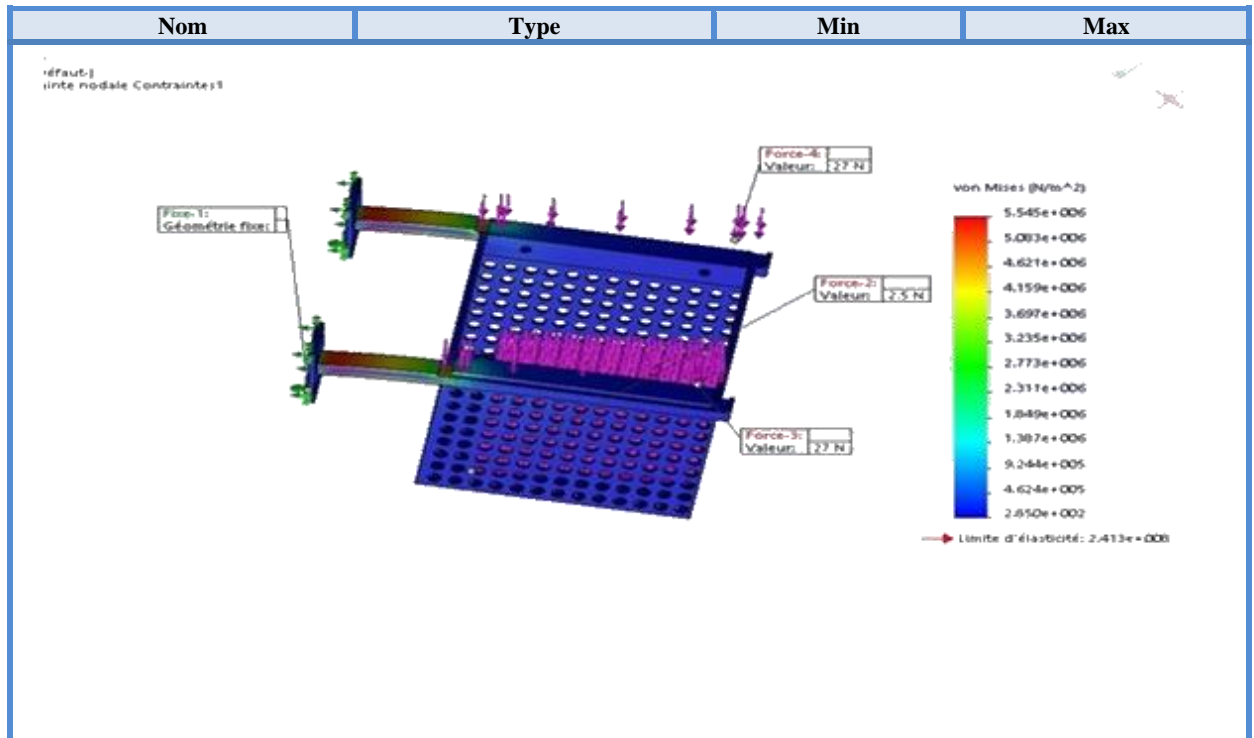


Figure 21: Assemblage panier-Analyse statique 1-Contraintes-

➤ **Analyse :**

La Contraintes maximale engendrée par le déplacement est concentrée sur l'extrémité de la barre du porte-panier $\sigma_{\max} = 5.545 \text{ MPA}$, cette valeur est largement inférieure à la limite d'élasticité $R_e = 241 \text{ MPA}$ du matériau utilisé.

2. Sous-système de déplacement

2.1. Vis-écrou trapézoïdale :

a. Géométrie :

Il s'agit d'un concept composé de deux pièces :

- **Vis** : de type **TR14*4** (Voir Annexe 16 p.109).
- **Écrou** (Voir Annexe 17 p.110).
- **Bâti** : Support du système (Voir Annexe 18 p.111).
- **Glissière** : Liaison permettant la translation et le guidage de l'écrou par rapport au bâti. (Voir Annexe 19 et 20 p.112 et 113). Elle est fixée par boulonnage (Voir Annexe 21 et 22 p.114 et 115).



Sa fonction est de transformer le mouvement de **rotation** de la vis en un mouvement de **translation continue** de l'écrou (association avec une glissière).

b. Choix du matériau :

La vis et l'écrou seront réalisées en **Acier de construction non allié** pour sa forte résistance mécanique, le bâti et la glissière seront fabriqués en **Acier allié inoxydable** de type **X2CRNIMO18-14-3** pour sa forte résistance à la corrosion.

Propriétés de l'acier de construction (non allié) :

Propriété	Valeur	Unités
Module d'élasticité	2.1e+011	N/m ²
Coefficient de Poisson	0.28	S.O.
Module de cisaillement	7.9e+010	N/m ²
Masse volumique	7800	kg/m ³
Limite de traction	399826000	N/m ²
Limite de compression		N/m ²
Limite d'élasticité	220594000	N/m ²

Tableau 28: Propriétés de l'acier de construction (non allié)

c. Calculs et justifications :

i. Dimensionnement :

- Calcul du diamètre de noyau de la vis : $d = \sqrt[4]{\frac{I \cdot 64}{\pi}}$ (NOZAG, technique de transmission, 2015)

Avec **I** : Moment d'inertie en $I = \frac{F_m \cdot \vartheta \cdot (L \cdot 0.7)^2}{\pi^2 \cdot E}$

F_m : Charge maximale à supporter par la vis **F_m = 100 N** (estimée)

ϑ : Coefficient de sécurité **ϑ = 3**

L : Longueur de vis libre **L = 710 mm**

E : Module d'élasticité de l'acier non allié **E = 210 GPA**

A.N: $I = \frac{100 \cdot 3 \cdot (710 \cdot 0.7)^2}{\pi^2 \cdot 210000} = 35.788 \text{ mm}^4 \implies d = \sqrt[4]{\frac{35.788 \cdot 64}{\pi}} = 5.19 \text{ mm}$

Les dimensions de la vis seront donc d'après le catalogue des vis trapézoïdale (Réf : NOZAG, bases de conception, 2015)

- Diamètre de cœur = **9.5mm**
- Diamètre de flanc = **12 mm**
- Type **TR 14 * 4**

ii. Transmission d'effort :

- Calcul du couple pour lever la charge $C = \frac{F_e * D}{2} \left(\frac{p + f\pi D}{\pi D - fp} \right)$

Avec :

Fe : force exercée sur la vis **Fe = force du poids (Ecroû, porte-brosse, système brossage) + force de frottement**

Remarque : la force de frottement sera en fonction du type de contact entre la brosse et la paroi extérieure du tube d'insertion de l'endoscope, elle est négligeable par rapport à la force du poids.

Force de poids = 20 (N)

D : Diamètre du flanc **D= 12 mm**

P : Pas de la vis **P= 4 mm**

F : facteur de frottement de l'écrou avec la vis **f = 0.05 (NOZAG, 2015)**

$$\text{A.N: } C = \frac{20 * 0.012}{2} \left(\frac{0.004 + 0.05 * \pi * 0.012}{\pi * 0.012 - 0.05 * 0.004} \right) = 0.0188 \text{ N.m}$$

- Calcul du couple pour baisser la charge $C = \frac{F_e * D}{2} \left(\frac{f\pi D - p}{\pi D + fp} \right)$

$$\text{A.N: } C = \frac{20 * 0.012}{2} \left(\frac{0.05 * \pi * 0.012 - 0.004}{\pi * 0.012 + 0.05 * 0.004} \right) = - 0.0067 \text{ N.m}$$

Remarque : Le choix des caractéristiques du moteur pas à pas sera dicté par les couples calculés.

iii. Rendement $\rho = \frac{C_0}{C_f}$

Avec : **C0** : couple nécessaire en absence de frottement

$$C_0 = \frac{F_e * p}{2\pi} = \frac{20 * 0.004}{2\pi} = 0.0127 \text{ N.m (Réf : Systèmes vis-écrou pour transmission de puissance)}$$

Cf : couple nécessaire avec frottement = couple de levage **Cf = 0.0188 N.m**

$$\text{A.N: } \rho = \frac{0.0127}{0.0188} = 0.677$$

iv. Contraintes exercées sur la vis

La vis est sollicitée simultanément en :

$$\diamond \text{ Compression } \sigma = \frac{4Fe}{\pi d^2}$$

Fe : force exercée sur la vis

d : diamètre du noyau de la vis

$$\text{A.N: } \sigma = \frac{4 \cdot 20}{\pi \cdot 0.012^2} = 176.928 \text{ Kpa}$$

$$\diamond \text{ Cisaillement } \tau = \frac{16 \cdot C}{\pi d^3}$$

C : couple pour lever la charge **C = 0.0188**

$$\text{A.N: } \tau = \frac{16 \cdot 0.0188}{\pi \cdot 0.012^3} = 55.437 \text{ Kpa}$$

$$\diamond \text{ Contrainte équivalente } \sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

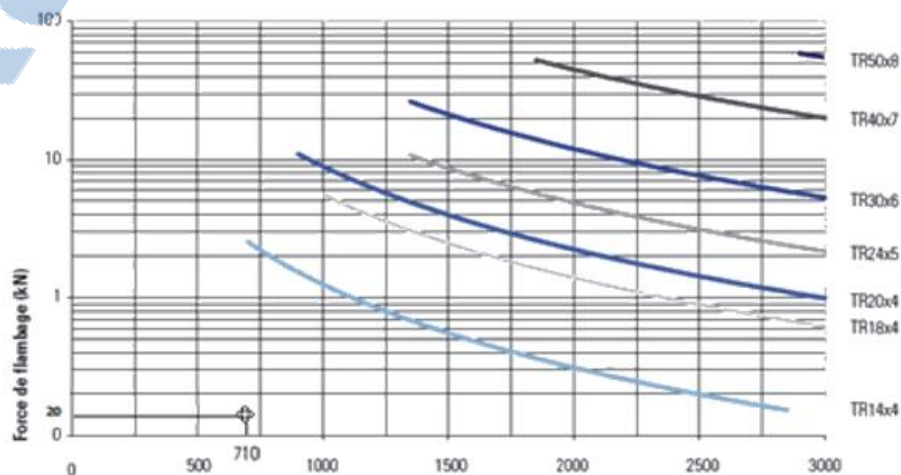
$$\text{A.N: } \sigma_{eq} = 511.857 \text{ Kpa} \ll Re = 210000 \text{ Mpa}$$

Avec

Re : Limite d'élasticité de l'acier **Re = 210 Mpa**

v. Etude de flambement :

La figure ci-dessous montre qu'il n'y aura pas une instabilité de structure durant le fonctionnement de la vis, ce qui implique que les dimensions choisies de la vis sont adaptés à notre mécanisme (**L=710 mm**, **D=14 mm**), car le point d'intersection se situe sous la courbe limite du diamètre de la vis choisie



Le tableau ci-dessous montre les références des écrous selon les dimensions de la vis :

Référence	Dimensions						
	Ø d (mm)	Pas (mm)	E (mm)	L (mm)	Nb de filet	Poids (Kgs)	S (mm ²)
EHA 10x2	10	2	17	15	1	0.023	150
EHA 10x3	10	3	17	15	1	0.021	240
EHA 12x3	12	3	19	18	1	0.027	296
EHA 14x3	14	3	22	21	1	0.044	395
EHA 14x4	14	4	22	21	1	0.044	395
EHA 16x4	16	4	27	24	1	0.082	528
EHA 18x4	18	4	27	27	1	0.084	553

Tableau 29: Références des écrous selon le type de vis

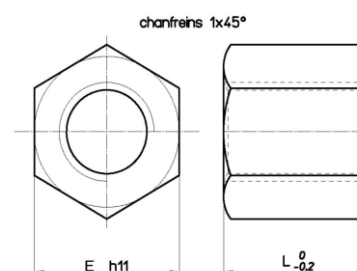


Figure 23: Dessin de l'écrou

Les dimensions de l'écrou adapté à la vis de type **TR 14*4** sont :

- **E = 22 mm, L = 21 mm, Poids = 0.044 Kg, S = 395 mm²**

2.2. Roulements

Pour permettre une rotation rapide de la vis avec un minimum de frottement, Deux roulements de type « **Roulement à billes - 6202-2RS-14-C3** » ont été choisis.

Notre choix de roulement à billes offre un faible frottement grâce au contact ponctuel. Ils supportent tous les types de charges (modérées à moyennes) : axiales, radiales et combinée/s. Avec une capacité plus ou moins grande à reprendre les défauts d'alignement

Le diamètre de roulement est dicté par la vis TR14*4. (Voir Annexe 23 p.116).



Le tableau ci-dessous montre les caractéristiques techniques des deux **Roulement à billes - 6202-2RS-14-C3** :

Catégorie :	Roulement à billes
Qualité	Générique
Diamètre intérieur	14.00 mm
Diamètre extérieur	35.00 mm
Epaisseur	11.00 mm
Poids	0.047 kg
N° EAN13	3663952115672

Tableau 30: Caractéristiques techniques des roulements - 6202-2RS-14-C3

2.3. Moteur pas à pas / Coupleur

2.3.1 Moteur pas à pas

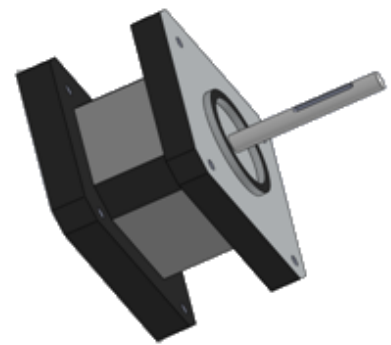
Le choix du type de moteur pas à pas adapté

à ce système est dicté par le couple de levage calculé

Avec $C_{levage} \leq C_{moteur}$ (Voir Annexe 24 p.117).

Le moteur pas à pas convenable à notre système sera de type

JK42HS40-1704-13A avec $C_{moteur} = 0.12 \text{ N.m}$ et $C_{levage} = 0.00188 \text{ N.m}$



- **Caractéristiques techniques :**

Le tableau ci-dessous montre les caractéristiques techniques du moteur **JK42HS40-1704-13A**

Numéro de modèle	Angle d'étape (°)	Longueur de moteur (L) mm	Courant /Phase A	Résistance /Phase Ω	Inductance /Phase MH	Couple Moteur N.m	# des fils N°	Inertie de rotor g.cm	Masse Kg
JK42HS28-0604	1.8	28	0.6	8	10	0.12	4	27	0.15

Tableau 31: Caractéristiques techniques du moteur JK42HS40-1704-13A

- i. **Calcul de la vitesse de déplacement :** $V = \frac{P \cdot \omega}{2\pi}$ (Réf : cours mécanique, université bourgogne, 2002)

P : Pas de la vis

ω : Vitesse angulaire en rad/s $\omega = 700 \text{ tr/min} = 73.2083 \text{ rad/s}$ (donnée)

$$\text{A.N: } V = \frac{0.004 \cdot 73.2083}{2\pi} = 0.046 \text{ m/s}$$

- ii. **Temps de levage ou de baissement de l'écrou au long du tube d'insertion**

$$T = \frac{\text{Longueur du tube d'insertion}}{\text{Vitesse de déplacement}} = \frac{0.56 \text{ m}}{0.046 \text{ m/s}} = 12.17 \text{ s}$$



2.3.2 Coupleur

Ce coupleur en aluminium est de type **MD -25C**. Il est usiné de telle sorte qu'il dispose d'une "découpe" en spirale rendant le coupleur légèrement flexible.

Cette flexibilité permet à deux axes d'être couplés, même

s'ils ne sont pas parfaitement alignés (colinéaires). Il connectera

l'arbre moteur de diamètre 5mm avec la vis de diamètre 14 mm (Voir Annexe 25p.118).

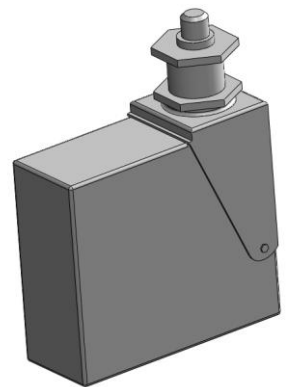
2.4 Capteurs de fin de course

Deux capteurs identiques de type **83581 Poussoir en bout télescopique**

Réf 835810 seront implantés dans notre machine, leurs rôles consiste

à limiter le début et la fin de course de l'écrou. (Voir Annexe 26. p.119).

Les tableaux ci-dessous montrent les caractéristiques techniques des deux capteurs :



- **Caractéristiques électriques :**

Caractéristiques électriques	
Courant assigné d'emploi (Ie)	Standard : 8 A - 250 VAC Bi-niveau : 0,1 A - 250 VAC
Endurance électrique - Standard (cycles)	8 A - 250 VAC : 40000 5 A - 250 VAC : 100000

Tableau 32: Caractéristiques électrique du moteur JK42HS40-1704-13A

- **Caractéristiques mécaniques :**

Caractéristiques mécaniques	
Force de commande minimum (N)	5
Force de course totale minimum (N)	20
Course différentielle (mm)	1
Course travail minimum mm	2,5
Course totale maximum (mm)	5
Durabilité mécanique (cycles)	10 ⁵
Température d'emploi (°C)	-20 → +85
Masse (g)	40

Tableau 33 : Caractéristiques Mécaniques du moteur JK42HS40-1704-13A

3. Sous-système de brossage

3.1. Système engrenage / servomoteur

a. Géométrie :

Le tableau ci-dessous montre les caractéristiques

techniques des composants de ce mécanisme :

(Voir Annexe 14 et 15 p107 et 108.).

	Module	Nombre de dents	Angle de pression (°)	Rainure	Diamètre nominale de l'arbre (mm)	Epaisseur (mm)	Diamètre moyeu	Longueur moyeu
Roue dentée 1	0,8	40	20	Carrée	7	10	–	–
Roue dentée 2	0,8	40	20	Aucune	7	10	–	–
Pignon	0,25	45	20	Aucune	–	5	7	25

b. Choix du matériau :

- Les deux engrenages seront réalisés en plastique pour sa grande dureté et son faible coefficient de frottement permettent une utilisation polyvalente de ces roues dentées, même sous l'eau.
- Les deux bras seront réalisés en **plastique** afin de minimiser le poids.
- Les poils de la brosse seront en **fibre de tampico**, c'est une matière douce et disponible. Le choix de cette matière empêchera tout endommagement de l'endoscope durant le brossage.
<http://ltamedical.com/gamme-produits-lta-medical/>

c. Calculs et justifications :

Le tableau ci-dessous montre les caractéristiques techniques du servomoteur choisi :

	Type	Alimentation	Course	Couple	Vitesse	Dimension	Poids
Servomoteur	HSR1425R	4,8 à 6 Vcc	360°	2,8 kg.cm	43 tr/min	41*20*36 mm	40 gr

i. Calcul

Tableau 35: Caractéristiques technique du servomoteur HSR1425R

classique :

Puisque les deux roues dentées sont identiques :

- La vitesse d'entrée (N_e) = la vitesse de sortie (N_s)

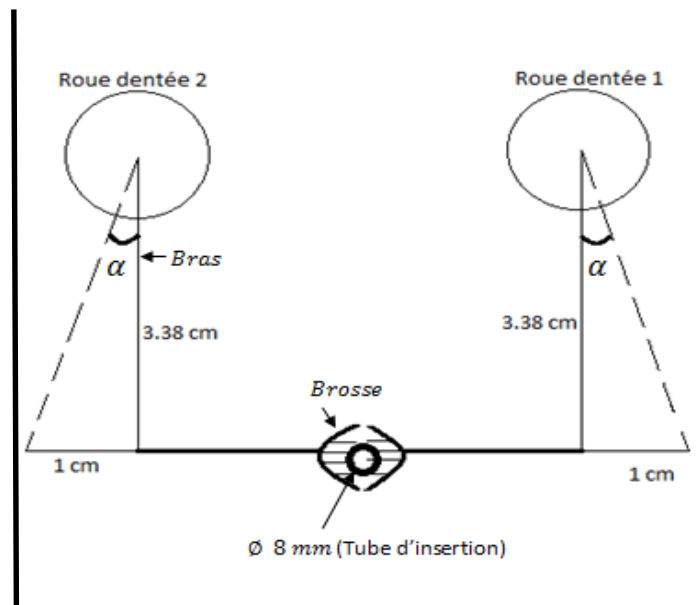
- Le rapport $r = Z \text{ menante} / Z \text{ menée} = 1$
- Couple moteur = couple de récepteur
- Puissance moteur = puissance réceptrice
- Le rendement global est de 100 % ($\rho = \frac{P_{\text{recepteur}}}{P_{\text{moteur}}} = 1$)

ii. Calcul d'angle de rotation du servomoteur (angle d'ouverture et de fermeture de la brosse) :

$$\tan \alpha = \frac{\text{Distance d'ouverture de la brosse}}{\text{Longueur du bras}}$$

$$\tan \alpha = \frac{1 \text{ (cm)}}{3.38 \text{ (cm)}} = 0.3$$

$$\alpha = \tan^{-1} 0.3 = 16.7^\circ$$



3.2. Assemblage écrou/porte brosse

a. Géométrie :

Cet assemblage est composé en deux pièces :

- Ecrou (1)
- Porte brosse (2)

Les deux composants sont assemblés par soudage avec

un cordon de soudure de 2mm

b. Choix du matériau :



Les deux pièces seront réalisées en **Acier allié inoxydable** de type X2CRNIMO18-14-3 pour les raisons suivantes :

- Sa forte résistance mécanique
- Sa forte résistance à la corrosion
- Sa longue durée de vie

c. Calculs et justifications :

i. Analyse statique :

➤ **Données :**

Le tableau ci-dessous montre les propriétés volumétriques des deux composants du porte-brosse selon le matériau choisi :

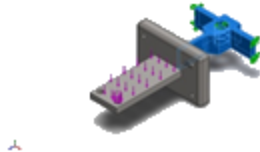

Assemblage	Traité comme	Propriétés volumétriques
Ecrue 	Corps volumique	Masse:0.31407 kg Volume:5.67219e-005 m ³ Masse volumique:7300 kg/m ³ Poids:3.06788 N
Porte brosse 	Corps volumique	Masse:1.28342 kg Volume:0.000244305 m ³ Masse volumique:7300 kg/m ³ Poids:12.4775 N

Tableau 36: propriétés volumétriques des deux composants du porte-brosse

Force de poids exercée par le sous-système de brossage sur la porte brosse :

$P = m * g$ (N) avec

- **m** : Masse du sous-système de brossage **m = 0.25 Kg**
- **g** : Accélération de pesanteur **g= 9.81 N/kg**

A.N:

$P = 0.25$ (kg) * **9.81 (N/ kg)**

$P = 2.4525$ (N)

➤ **Actions extérieures**

- **Appui fixe**

En arrêt, l'assemblage des deux pièces est fixé de sa base par la vis et de ses extrémités droites et gauche par deux glissières.

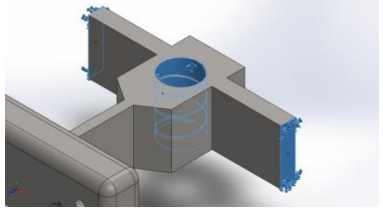
Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		Entités: 3 face(s) Type: Géométrie fixe

Tableau 37: Analyse statique du porte-brosse

- **Force de poids :**

Le sous-système de brossage exerce une force **P= 2.4525 N** orientée vers le bas et répartie sur la face de la porte brosse. Le tableau ci-dessous montre les détails du chargement du crochet.

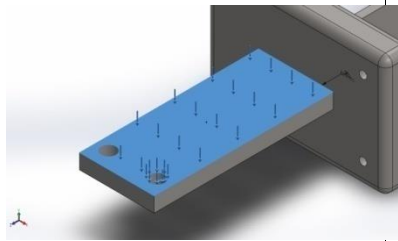
Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: 2.4525 N

Tableau 38: Force exercée sur le porte-brosse

ii. Résultat de l'étude :

La simulation de cet essai a été faite par le logiciel de simulation **SolidWorks**. Ce logiciel est très important dans le champ des simulations pour obtenir des résultats sur les diverses variables, et comprendre le comportement des matériaux face aux charges exercées.

➤ **Contraintes :**

La figure ci-dessous montre l'analyse des contraintes avec **SolidWorks simulation**, cette analyse permet par la suite de valider rapidement et de manière efficace la qualité, les performances et la sécurité du produit.

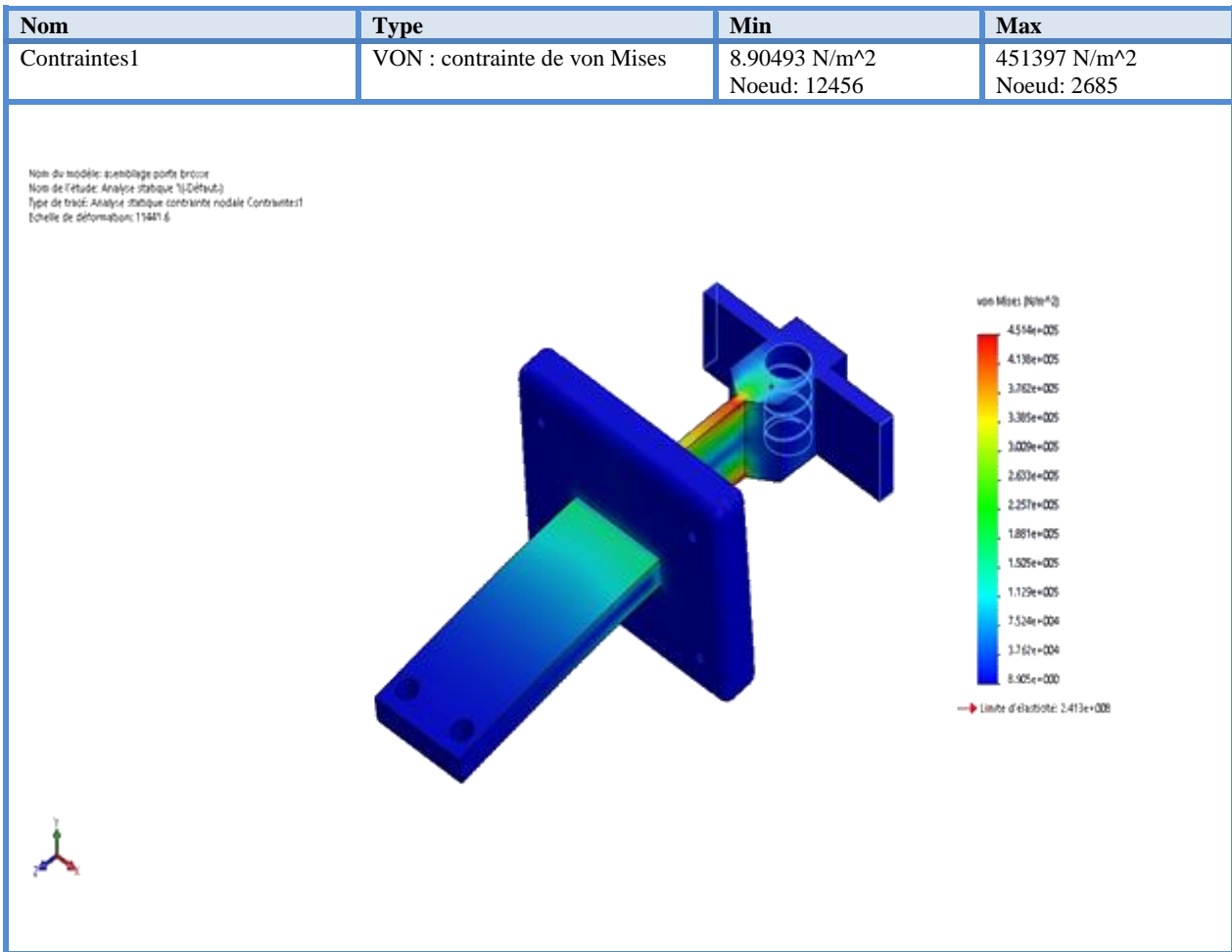


Figure 24: Assemblage porte brosse-Analyse statique 1 -Contraintes1

➤ **Analyse :**

La charge exercée sur l'assemblage engendre des zones de concentration de contraintes (principalement longitudinales).

La Contraintes maximale engendrée par le déplacement $\sigma_{\max} = 451397 \text{ Pa}$, cette valeur est largement inférieure à la limite d'élasticité $R_e = 241 \text{ MPA}$ du matériau utilisé.

4. Présentation schématique des sous-systèmes

4.1.Schéma numérique par SolidWorks :



Figure 25 : schéma numérique par solidworks du mécanisme brossage/déplacement

4.2. Groupes d'équivalence :

Les groupes d'équivalence de ce mécanisme sont les suivants :

- **Groupe 1** : bâti (support)
- **Groupe 2** : engrenage 1
- **Groupe 3** : engrenage 2
- **Groupe 4** : porte brosse
- **Groupe 5** : la vis

4.3. Représentation graphique des liaisons

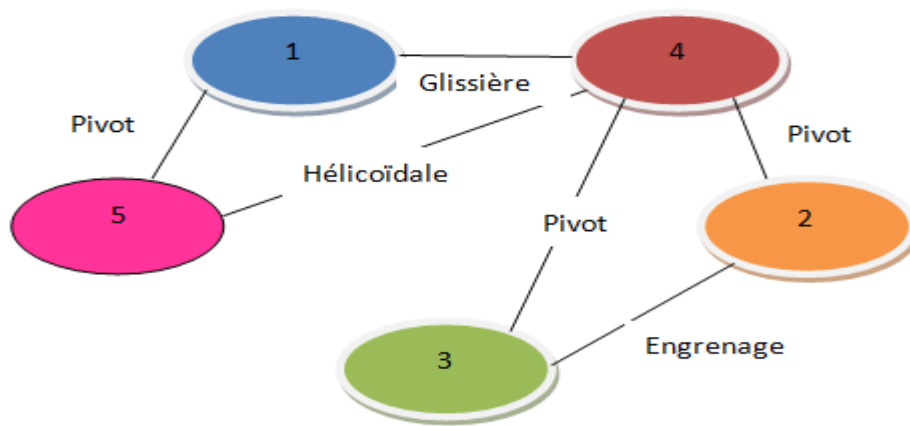


Figure 26: Représentation graphique des liaisons du mécanisme brossage/déplacement

4.4. Schéma cinématique

Le schéma cinématique est une représentation modélisée du mécanisme. Il nous permet de comprendre le fonctionnement du mécanisme. Le schéma cinématique du sous-système de déplacement est représenté dans la figure suivante :

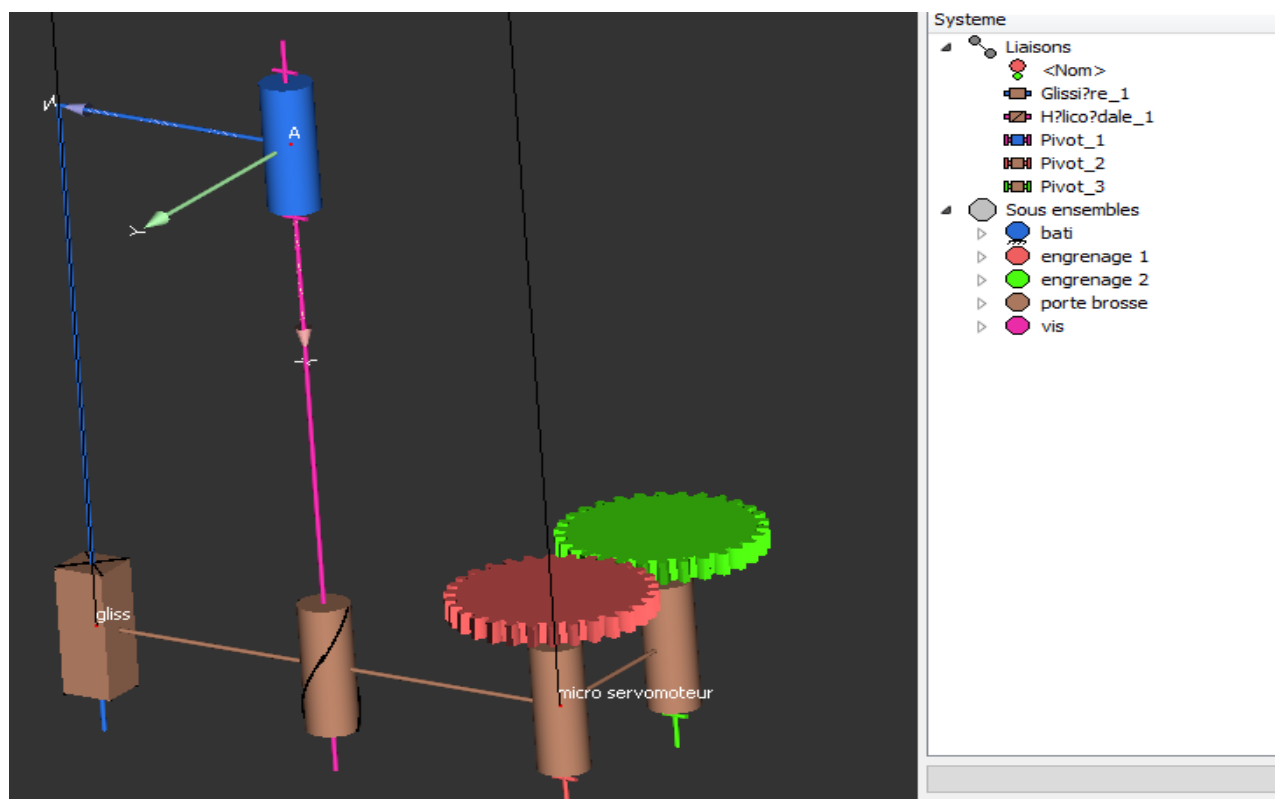


Figure 27: schéma cinématique fermée du mécanisme brossage/déplacement

Le système mécanique étudié est représenté par le schéma cinématique ci-dessus. Le mouvement d'entrée est une rotation de la vis imposée par un moteur pas à pas.

La pièce « porte brosse » est en liaison hélicoïdale avec la vis. Cette liaison engendre une translation tout au long de la vis par un moteur pas à pas. Les deux brosses se ferment sur le tube d'insertion en début de course par un système d'engrenage puis ils s'ouvrent à la fin de course.

5. Remarque générale :

➤ Fatigue

Dans notre système, les contraintes sont faibles et la durée de vie exprimée en nombre de cycle de notre matériau (acier inoxydable, acier ordinaire) est très grande. Ce qui implique que le matériau aura une durée de vie très longue, ou plutôt qu'il connaîtra une défaillance un jour, cela ne sera pas par fatigue, mais par un autre phénomène.

➤ Vibration

Le problème de vibration est inévitable, puisque la perfection n'existe pas dans les systèmes mécaniques. Pour notre machine, les vibrations sont **négligeables** parce que nous avons des mouvements précis ainsi que les conditions de fonctionnement sont constantes (vitesse de rotation et couple (la charge est constante)).

Le choix des moteurs utilisés dans notre machine, n'engendre pas des anomalies qui peuvent causer des vibrations ou du bruit.

Afin d'éviter toutes les problèmes concernant la vibration, nous procédons à une stratégie de surveillance consiste à mesurer, à l'aide de capteurs, le niveau global d'un ou de plusieurs indicateurs (déplacement, vitesse ou accélération), et suivre son évolution dans le temps et le comparer à des normes ou des mesures programmés. Ainsi, dans la phase de fabrication, il est préférable d'avoir une bonne finition de surface des pièces pour limiter le problème de déséquilibre.

II. Logigramme

Le logigramme permet de visualiser de façon séquentielle et logique les actions à mener et les décisions à prendre pour un bon fonctionnement de la machine.

1. Logigramme du fonctionnement de la partie brossage

La partie brossage est une étape cruciale dans le développement de cette machine, pour sa grande importance dans la fiabilité du nettoyage/désinfection des endoscopes souples, le diagramme ci –dessous montre le logigramme du fonctionnement de la partie brossage.



Figure 28: Logigramme du fonctionnement de la partie brossage

2. Logigramme du fonctionnement de la partie Nettoyage :

Cette partie à été réalisé en collaboration avec nos collègues occupés de la partie hydraulique, afin de mettre à terme un logigramme de la partie nettoyage et ensuite un schéma global du fonctionnement de la **McDAE**. Le schéma ci-dessous montre le logigramme du fonctionnement de la partie nettoyage :



Figure 29 : Logigramme du fonctionnent de la partie nettoyage

3. Logigramme du fonctionnement de la machine McDAE

Le schéma ci-dessous montre le logigramme du fonctionnement de la McDAE :



Figure 30 : Logigramme global du fonctionnement de la McDAE

Synthèse :

Après l'analyse d'ingénierie et l'élaboration du logigramme global du fonctionnement de la **McDAE**, une étude économique et un business model du projet seront déterminés au chapitre suivant.

Chapitre 6 : Etude économique & opportunité entrepreneuriat

L'évaluation économique est une étape cruciale dans notre projet, il vise à estimer les coûts des composantes de la machine (coût de prototype). Cette étude nous aide à élaborer un business model afin de décrire la logique générale de fonctionnement de notre projet et de sa stratégie.

I. Investissement du projet

Le coût d'un projet se divise généralement en deux parties :

- **Le coût d'étude** : c'est le coût engendré par le nombre d'heures travaillées pour mener à bien l'étude du projet.
- **Le coût de réalisation** : il comprend le coût des matières premières, le coût de montage et le coût de contrôle et essais.

Dans notre cas, on prendra en considération seulement les coûts de réalisation, une approximation des frais est nécessaire pour la réalisation de notre projet, afin de dégager le budget pour sa réalisation.

Les différents tableaux ci-dessous résument le coût d'investissement pour chaque sous-système :

1. Sous-système de déplacement :

Composant	Désignation	Quantité	Prix unitaire (DH/TTC)
Vis sans fin ECROU	TR14*4	1	300
	11 S Mn Pb 37 EHA 14x4	1	
Moteur pas à pas	JK42HS40-1704-13A	1	250
Roulement	6202-2RS-14-C3	2	30
Support	Acier allié	1	120
Coupleur	D'axe flexible en aluminium Rf : C12A044	1	80
Guidages sur railles	LLRHS 15 A	2	400
Cout total			1610

Tableau 39: Liste des composants du sous-système de déplacement

2. Sous-système de broissage :

Composant	Désignation	Quantité	Prix unitaire (DH/TTC)
Engrenage	Denture droite / à moyeu / en plastique	2	50
Micro servomoteur	HSR1425CR	1	220
Brosse	Fibre Tampico	2	80
Cout total			480

Tableau 40: Liste des composants du sous-système de broissage

3. Sous-système de fixation :

Composant	Désignation	Quantité	Prix unitaire (DH/TTC)
Cuve	Acier inoxydable	1	1500
Porte endoscope	Acier inoxydable	1	60
Panier	Acier inoxydable	1	100
La carcasse	Acier allié	1	700
Boulonnerie	D4	12	5
	D5	4	5
	D3	5	10
Cout de fabrication	Soudage/usinage	1	400
cout total			2890

Tableau 41: Liste des composants du sous-système de fixation

4. Sous-système de Contrôle :

Composante	Désignation	Quantité	Prix unitaire (DH/TTC)
Arduino	L298P Arduino PWM	2	200
Capteur de position	83581 Poussoir en bout télescopique Ref 835810	2	15
Câblage électrique	Fils/connecteurs	-	300
Dispositif de sécurité	interepteurs	-	250
Panneau de contrôle		1	500
Cout total			1480

Tableau 42: Liste des composants du sous-système de contrôle

5. Cout total :

Sous-systèmes	Prix
Sous-système de déplacement	1610
Sous-système de brossage	480
Sous-système de fixation	2890
Sous-système de Contrôle	1480
Cout total du prototype	6460

Tableau 43: investissement total du projet partie mécanique

II. Modèle économique

La majorité des innovations aujourd'hui sont des innovations basées sur des Business model innovants. Il était alors impératif de développer en plus de notre produit un business model innovant pour une meilleure réussite dans le marché. Aujourd'hui, les innovations radicales sont développées dans le cadre de la logique et du rationnelle d'une startup, même au niveau des grandes compagnies. Pour cela, on développe dans la suite, en utilisant les outils récents de l'entrepreneurship innovant, une vision du business model de notre startup pour la production et la vente de la machine **McDAE**.

1. Qu'est-ce qu'un modèle économique ?

Un modèle économique (ou business model en anglais) décrit précisément comment une entreprise va gagner de l'argent. En pratique, cela revient à définir ce qu'elle va vendre, auprès de quels clients, dans quel but, de quelle manière, et pour quel bénéfice. Autrement dit, il s'agit de décrire son activité.

La description du modèle économique est une des pièces maîtresses d'un projet de création d'entreprise. Elle remet au cœur des préoccupations d'entreprise, l'offre qu'elle va proposer à ses clients, et notamment la manière dont elle va la créer, la délivrer et engranger des bénéfices avec.

Mais il ne s'agit pas du seul avantage qui doit pousser l'entreprise à réaliser ce travail, la description de son modèle économique va lui permettre de :

- Déterminer les compétences dont elle a besoin, à acquérir personnellement ou auprès de partenaires ;
- Commencer à recenser les moyens matériels, immatériels, humains et financiers utiles à son lancement, à sa disposition et à rechercher ;
- Délimiter le périmètre de son étude de marché et définir les prémices de sa stratégie commerciale ;
- Esquisser les contours de son organisation en termes de production, de logistique, de gestion, etc.

Enfin, gardez à l'esprit l'objectif final d'un modèle économique, qui est de :

- Proposer une offre qui répond à un véritable besoin pour les clients,
- Se démarquer des autres, en innovant soit par l'offre proposée, l'usage qui en est fait, les moyens mis en œuvre, ou la stratégie commerciale.

2. Comment décrire un modèle économique ?

Pour ce faire, il existe différentes manières. La plus évidente, consiste à répondre par écrit aux questions suivantes :

- Quel est le produit ou le service qu'une entreprise souhaite proposer ?
- Quels sont les avantages du produit ou du service par rapport aux concurrents ?
- Qui sont ses clients et comment va-t-elle les toucher ?
- Quels moyens doit-elle mettre en œuvre pour créer le produit ou le service ?
- Quelles sont les principales dépenses et recettes générées par ses activités ?

Mais un « dessin » de son modèle économique est possible, en utilisant le **Business Model Canvas**.

3. Qu'est-ce que le Business Model Canvas ?

L'utilisation du Business Model Canvas repose sur une méthode développée par Alexander Osterwalder et Yves Pigneur dans leur ouvrage intitulé **Business Model Nouvelle Génération**. Il permet de représenter en une seule page, au travers d'un canevas, l'ensemble d'un modèle économique. Ou il est possible de jeter des idées sans travail fastidieux d'écriture, et coller des Post-it®, dessiner, raturer, lister des contacts, agraffer des notes, ... et passer ainsi de l'idée à l'action plus rapidement.

Un canevas complété, se révélera un sérieux atout pour la suite d'un projet. Il permettra de définir des priorités en faisant apparaître en un clin d'œil ce dont un projet a besoin, mais également les démarches à accomplir, pour progresser. Sa simplicité de présentation facilitera le dialogue avec les interlocuteurs et partenaires potentiels. Un bon dessin vaut mieux *qu'un* long discours !

Le Business Model Canevas comporte 9 briques qui traduisent les principaux aspects économiques d'une entreprise :

- Les clients ;
- L'offre ;
- Les canaux ;
- La relation client ;
- Les revenus ;
- Les ressources clés ;
- Les activités clés ;
- Les partenaires clés ;
- Les coûts.

- a. **Les clients** : la raison d'être de tout projet, au cœur de toutes ses attentions. il faut déterminer qui ils sont. Dans le cas où il y aurait plusieurs types de clients, on parlera de segments dès lors qu'ils auront des besoins distincts, des sensibilités différentes aux prix et aux moyens de communication qu'il peut employer, voire des habitudes de consommation spécifiques. En effet, les clients (ceux qui payent) ne sont pas toujours les utilisateurs des produits ou des services.
- b. **L'offre** : elle va bien au-delà du produit ou du service proposé. C'est ce qui incite un client à choisir une entreprise plutôt qu'une autre. Votre offre est-elle plus performante ? Plus esthétique ? Plus accessible ? Plus personnalisable ? Plus compétitive ? Etc. N'oubliez pas, elle doit résoudre avant tout un problème réel ou répondre à un besoin existant. Elle peut également révéler un nouveau besoin et le satisfaire : c'est le cas de l'innovation de rupture.
- L'offre est indissociable du client ciblé, le tandem ainsi créé est le fer de lance de votre entreprise.
- c. **Les canaux** : il s'agit de tous les moyens de communication et de distribution à mettre en place pour toucher les clients. Comment faire connaître l'offre, la vendre, la distribuer et en assurer le SAV ?
- d. **La relation client** : elle concerne tous les moyens employés, au-delà du produit ou du service vendu, pour assurer la fidélité des clients, en acquérir de nouveaux, faciliter l'acte d'achat, voire augmenter la fréquence d'achat. Il peut s'agir de fournir une assistance personnelle dédiée, un service de retour des marchandises, une carte de fidélité, etc.
- e. **Les revenus** : il s'agit de toutes les rentrées d'argent générées par les activités. Ils peuvent être ponctuels ou récurrents, fixes ou variables. Autrement dit : comment vont payer les clients ? Quand vont-ils payer ? Quel est le prix pratiqué selon les différents segments de clientèle ? A titre d'exemple : les prix sont-ils fixés en fonction des volumes, du temps passé ? S'agira-t-il d'un prix catalogue, d'un forfait, d'un abonnement, d'une location, dépendant d'une condition, d'un objectif ? Vos prix dépendent-ils de la rareté du produit ou du service ? Sont-ils négociables ? Etc.
- f. **Les ressources clés** : il s'agit de tous les moyens matériels, immatériels, humains, et financiers que l'entreprise doit réunir pour produire une offre répondant aux attentes de ses clients. Exemples : les salariés, le fonds de commerce, le mobilier, le matériel, les véhicules, le site internet, les ressources financières, les locaux, un savoir-faire, une compétence, une expertise, un fichier qualifié de prospects, une base de données, etc.
- g. **Les activités clés** : elles traduisent concrètement ce que fait l'entreprise. Par exemple, dire que l'on vend des vêtements n'est pas suffisant. En effet, une idée, si simple soit-elle, peut exprimer différentes réalités. S'agit-il de l'achat/revente de vêtements ou de la conception, fabrication et vente de vêtements ? Ou bien au contraire une place de marché internet où marques de mode et acheteurs se rencontrent ? Dans ce dernier cas l'activité réelle de l'entreprise consistera à gérer un site internet et un centre de logistique. Dans le cas de consultants, l'activité principale consiste à rechercher et à analyser des informations, et à préconiser des actions.
- h. **Les partenaires clés** : ce sont les alliés extérieurs de l'entreprise grâce auxquels elle peut faire évoluer et améliorer son offre. Il peut s'agir de fournisseurs, de sous-traitants, de

coproducteurs, d'intégrateurs, d'experts, etc. Le choix des partenaires est naturellement lié à la clientèle ciblée. Une bonne relation partenariale peut par ailleurs garantir certains avantages sur les concurrents : contrôle des prix, exclusivité d'un savoir-faire, maîtrise du cycle de production, etc. Convaincre des partenaires de travailler avec l'entreprise, mérite autant d'attention que de convaincre des prospects de devenir ses clients.

- i. **Les coûts** : il est enfin nécessaire d'évaluer l'ensemble des coûts indispensables au bon fonctionnement de l'activité décrite. Les coûts peuvent être variables, c'est-à-dire dépendre du niveau d'activité de l'entreprise ; ils augmentent au fur et à mesure que le chiffre d'affaires augmente (achat de marchandises, de matière première, etc.). Au contraire certains coûts sont fixes ; ce sont des dépenses incompressibles indépendantes du chiffre d'affaires (loyer, prime d'assurance, etc.

4. Business Model Canvas du projet

Afin de cartographier les éléments clés de notre projet et de les organiser en un tout, nous avons établi le BMC ci-dessous ;

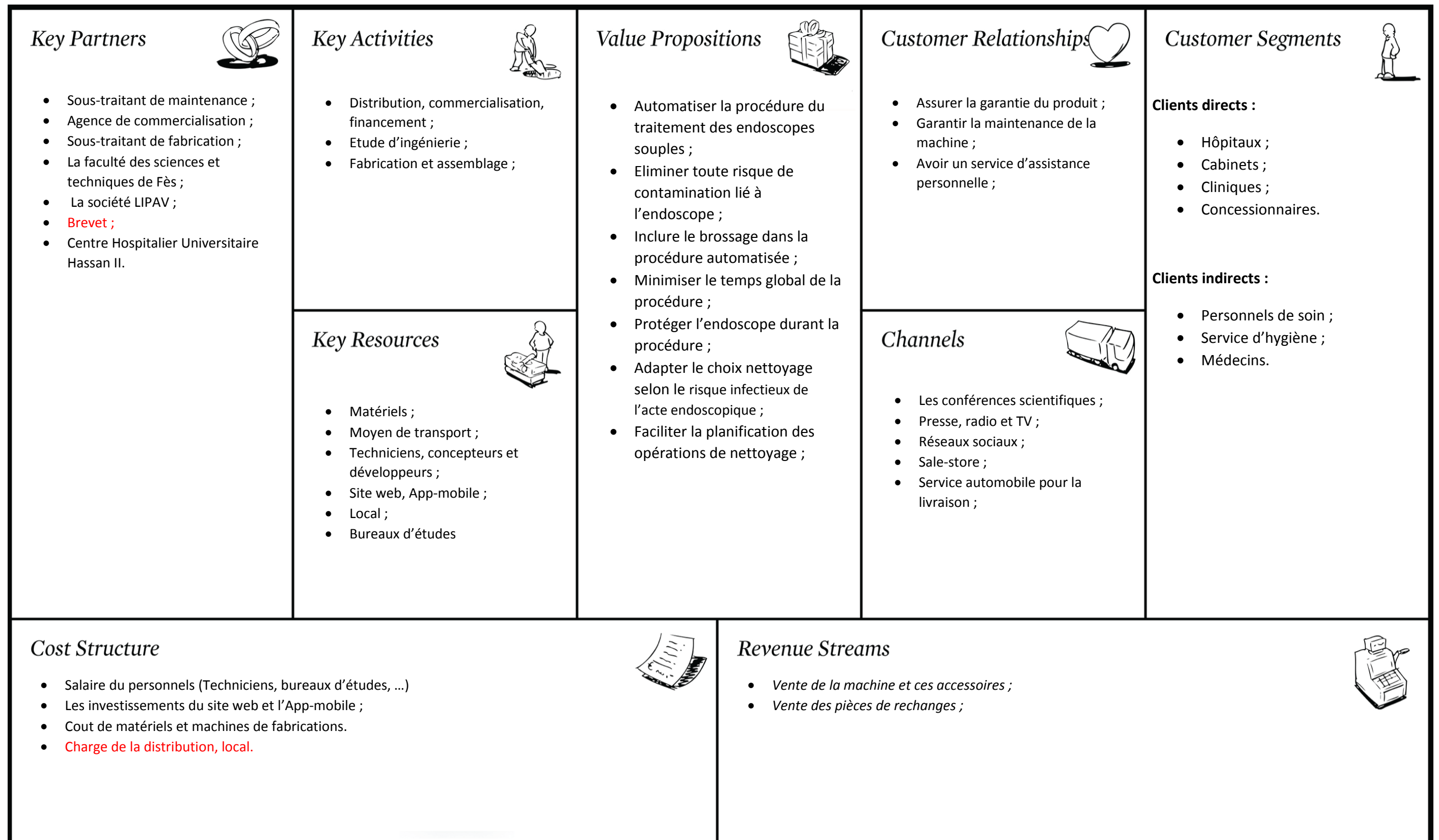


Figure 31: Business Model Canvas

Conclusion générale & perspectives

Tout d'abord nous tenons à signaler que nous avons mené ce travail en suivant une démarche précise allant de la définition de la problématique jusqu'à la solution final, Ceci s'est traduit évidemment par la mise en place d'un planning afin d'organiser notre travail.

Travailler sur ce projet a été une mission difficile, d'une part par la complexité des exigences imposé par le service hygiène qui demande une fiabilité maximale, et d'autre part par la durée de stage limitée imposé par l'administration de notre établissement, sachant que le développement d'une telle machine demande des années.

Cela n'empêche pas que le bilan concernant l'objectif du stage a été positif. L'ensemble des résultats et solutions de ce travail ont été validés ou bien améliorés par nos responsables.

Les indicateurs en termes de cout d'achat de la McDAE et de qualité du nettoyage/désinfection de l'endoscope souple utilisé dans le service pneumologie permettent de voir l'évolution et le développement de cette machine par rapport aux produits existants au marché.

En ce qui concerne notre expérience personnelle, on est pleinement satisfait de ce projet, on a eu la chance de se retrouver au sein d'une équipe dynamique qui inclut des cadres professionnelles, ce qui a grandement facilité notre tâche.

C'est une réelle opportunité pour nous d'avoir effectué ce stage de fin d'étude dans ce service, il nous a permis de montrer pleinement nos compétences dans un domaine qui nous intéresse particulièrement pour nos carrières à venir.

Pour conclure nous dirions que ce projet de fin d'étude au sein de LIPAV nous a apporté et nous offre des perspectives prometteuses. Ceci confirme notre envie de poursuivre dans le secteur de développement de produit spécialement dans le service hygiène. Enfin nous remercions M.Aboutajdine et M.Remmal qui nous ont fait confiance en nous permettant d'avoir une grande autonomie sur ce projet.

En termes de perspectives, la **McDAE** peut être enrichie par :

- ⇒ Augmentation de la capacité de la **McDAE** de recevoir plusieurs endoscopes à la fois.
- ⇒ Ajout des nouveaux services concernant le nettoyage/désinfection d'autres types d'endoscopes pour plus de satisfaction de client.

- ⇒ Possibilité de contrôle à distance à l'aide d'une application androïde qui inclut trois versions : arabe, française et anglaise
- ⇒ Ajout d'un plan de maintenance.
- ⇒ Amélioration de la partie automatisation
- ⇒ Obtention d'un brevet d'invention
- ⇒ Lancement de la machine au marché.

Abréviation

LIPAV : Laboratoire Industriel des Produits Agricoles et Vétérinaires

CdCF : Cahier de Charge Fonctionnel

McDAE : Machine de Désinfection Automatique d'Endoscope

RESEAU : Rechercher intuitive / Examen d'environnement / SAFE / Examen des mouvements
et des efforts / Analyse d'un produit de service / Utilisation des normes.

SAFE: Sequential Analysis of Functional Elements

SFED : Société Française d'Endoscopes Digestives

FAST : Function Analysis System Technic

QFD : Qualité des Fonctions Développées.

BMC : Bisness Model Canvas.

Bibliographie

- Catalogue NOZAG technique de transmission, 2015.
- Catalogue linéaire (vis et écrou trapézoïdale) ECMU CSR.
- Centre de coordination de lutte contre les infections nosocomiales.
- Aide à la réalisation de l'analyse fonctionnelle dans le processus de développement de produit « département de génie mécanique Université de Sherbrooke »
- Le NIOCH « national institute for occupational safety and health, ETAT-Unis »
- Vérin Mécanique « MECANIC »
- Olympus « MANUEL DE BASE ENDOSCOPIE »
- Désinfection des endoscopes World Gastroenterology Organisation Practice Guidelines :
- La désinfection du matériel en endoscopie digestive SFED (société française d'endoscope digestive)
- Rapport de fin d'étude « Taoufik Aalouch et Jihad Elmesbahi » Faculté des sciences et techniques Fès, 2016
- Risque infectieux lié au matériel d'endoscopie et principes généraux, BIOTECH-GERMANDE, Marseille.
- Guide pour l'utilisation DESLAVEURS-DESINFECTEURS D'ENDOSCOPES. MINISTERE DE LA SANTE, DE LA FAMILLE, ET DES PERSONNES HANDICAPEES RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
- Exigences liées à la désinfection des endoscopes souples non autoclavables, Dr C. Gautier – ARLIN Aquitaine du CCLIN SO Juillet 2010
- Directives suisses pour le retraitement des endoscopes flexibles La Société Suisse de Pneumologie (SSP)
- AFSSAPS agence française de sécurité sanitaire des produits de santé Saint-Denis
- SURVEILLANCE DES MACHINES PAR ANALYSE VIBRATOIRE, Landolsi Foued
- ANALYSE BIOMÉCANIQUE DES ROTATIONS ANALYSE BIOMÉCANIQUE DES ROTATIONS

- ANALYSE BIOMÉCANIQUE DES ROTATIONS Prévost Pascal – Université Paris XII 2003.
- COURS DE MECANIQUE GENERALE ISAT - Institut Supérieur de l'Automobile et des Transports Université de Bourgogne - Nevers 2003
- Schaeffler France 67506 Haguenau Cedex
- Catalogue Roullivis swiss, juin 2007
- ELITEC techniques linéaires.
- Tutorial SolidWorks version 2014
- Tutorial MS Project version 2016
- Tutorial Photo filtre studio 2015

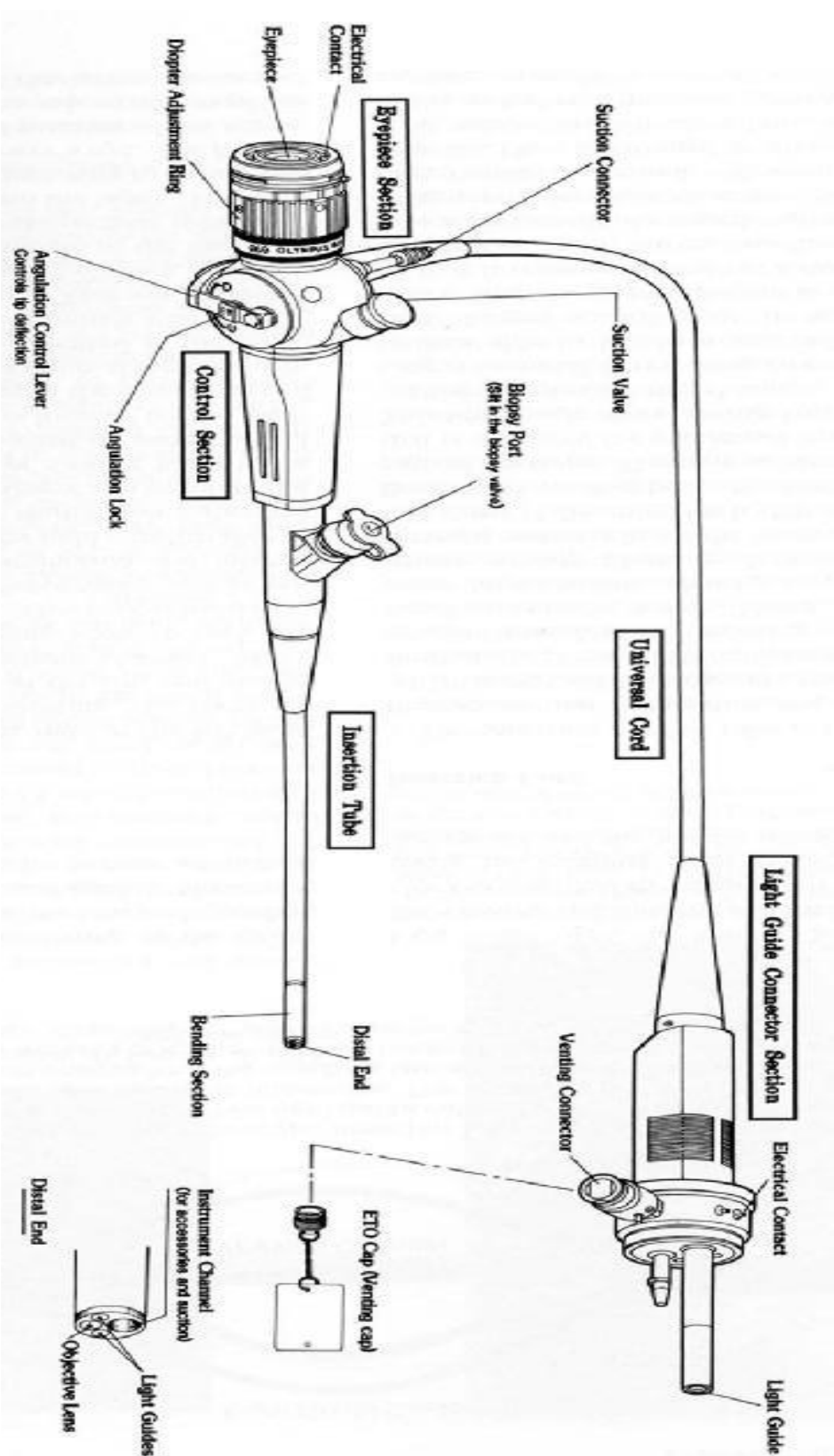
Webographie

- <https://www.123roulement.com/roulement-6202-2RS-14-C3.php>
- <http://www.crouzet.fr/catalogue/detecteurs-de-position-produit-speciaux-83581-poussoir-en-bout-telescopique-Ref-835810.htm>
- <https://www.amazon.fr/Tampico-Approx-Yerba-Prima-English/dp/B00016RIIA>
- <http://a2itronic.ma/fr/home/838-coupleur-d-axe-5mm.html>
- <http://www.robotshop.com/ca/fr/servo-hsr-1425cr-hitec.html>
- <http://www.memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/>
- <http://ltamedical.com/gamme-produits-lta-medical/>
- <http://www.schaeffler.com/>
- <http://www.rollvis.com/FR/>
- <http://www.gewinde.ch/files/Bases-de-calcul.pdf>
- <http://www.elitec-tl.com/>
- <http://www.groupe-lechevalier.com/>
- <http://www.mdp.fr/produits/catalogue/technologies-pas-a-pas-stepper.html>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Acier_inoxydable
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Acier>
- <http://www.gralon.net/articles/materiel-et-consommables/materiels-industriels/article-le-plexiglas--un-materiau-pratique-et-design-1093.htm>
- <http://www.leroymerlin.fr/v3/p/produits/coulisse-pour-tiroir-a-billes-hettich-10-kg-l-50-cm-e1400111206#avis-details>
- <http://notech.franceserv.com/flambement.html>
- <https://hbr.org/2015/01/what-is-a-business-model>
- <https://canvanizer.com/new/business-model-canvas>
- <http://www.previnfo.net/sections.php?op=viewarticle&artid=54>
- <http://www.christenseninstitute.org/key-concepts/jobs-to-be-done/>
- <http://gestiondeprojet.pm/cours-analyse-fonctionnelle/>
- <http://www.innosight.com/services-expertise/expertise/jobs-to-be-done.cfm>
- <http://www.timken.com/fr-fr/products/Pages/Catalogs.aspx>

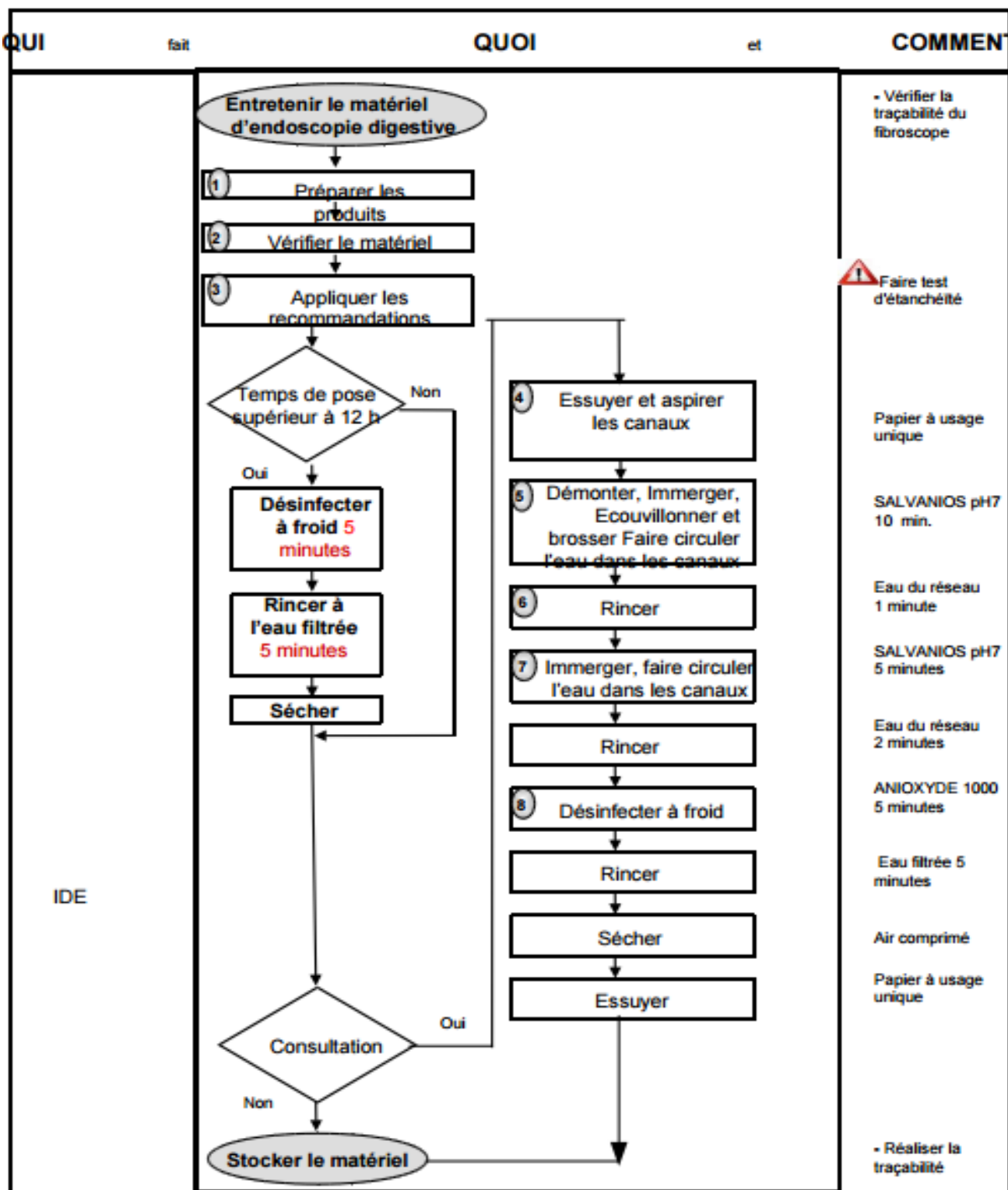
Table des annexes

Annexe 1: Endoscope souple utilisé dans le service pneumologie	93
Annexe 2: Logigramme de la procédure de traitement manuel des endoscopes souples	95
Annexe 3: Dessin technique de la cuve	96
Annexe 4: Fiche et dessin technique de la charnière de sécurité.....	97
Annexe 5: Dessin technique de la porte pivotante	99
Annexe 6: Dessin technique de la porte fixe	100
Annexe 7: Dessin technique du porte endoscope	100
Annexe 8: Dessin technique de vis D4.....	102
Annexe 9: Dessin technique de l'écrou D4	103
Annexe 10: Caractéristiques et dessin technique du capteur à ultrasons.....	104
Annexe 11: Dessin technique du panier	105
Annexe 12: Dessin technique de l'ail panier	106
Annexe 13: Dessin technique du porte-panier.....	107
Annexe 14: Dessin technique du système brossage	108
Annexe 15: Dessin technique du micro-servomoteur de type HSR1425R.....	109
Annexe 16: Dessin technique de la vis.....	110
Annexe 17: Dessin technique de l'écroue	111
Annexe 18: Dessin technique de bâti du système vis-écrou.....	112
Annexe 19: Dessin technique de la glissière	113
Annexe 20: Dessin technique de la plaque glissante.....	114
Annexe 21: Dessin technique de vis D5.....	115
Annexe 22: Dessin technique de l'écrou D5	116
Annexe 23: Fiche technique du roulement à bille de type 6202-2RS-14-C3	117
Annexe 24: Fiche technique du Moteur pas à pas de type JK42HS40-1704-13A	118
Annexe 25: Fiche technique du coupleur MD-25C.....	119
Annexe 26: Caractéristiques et dessin technique du capteur poussoir Ref 835810	120

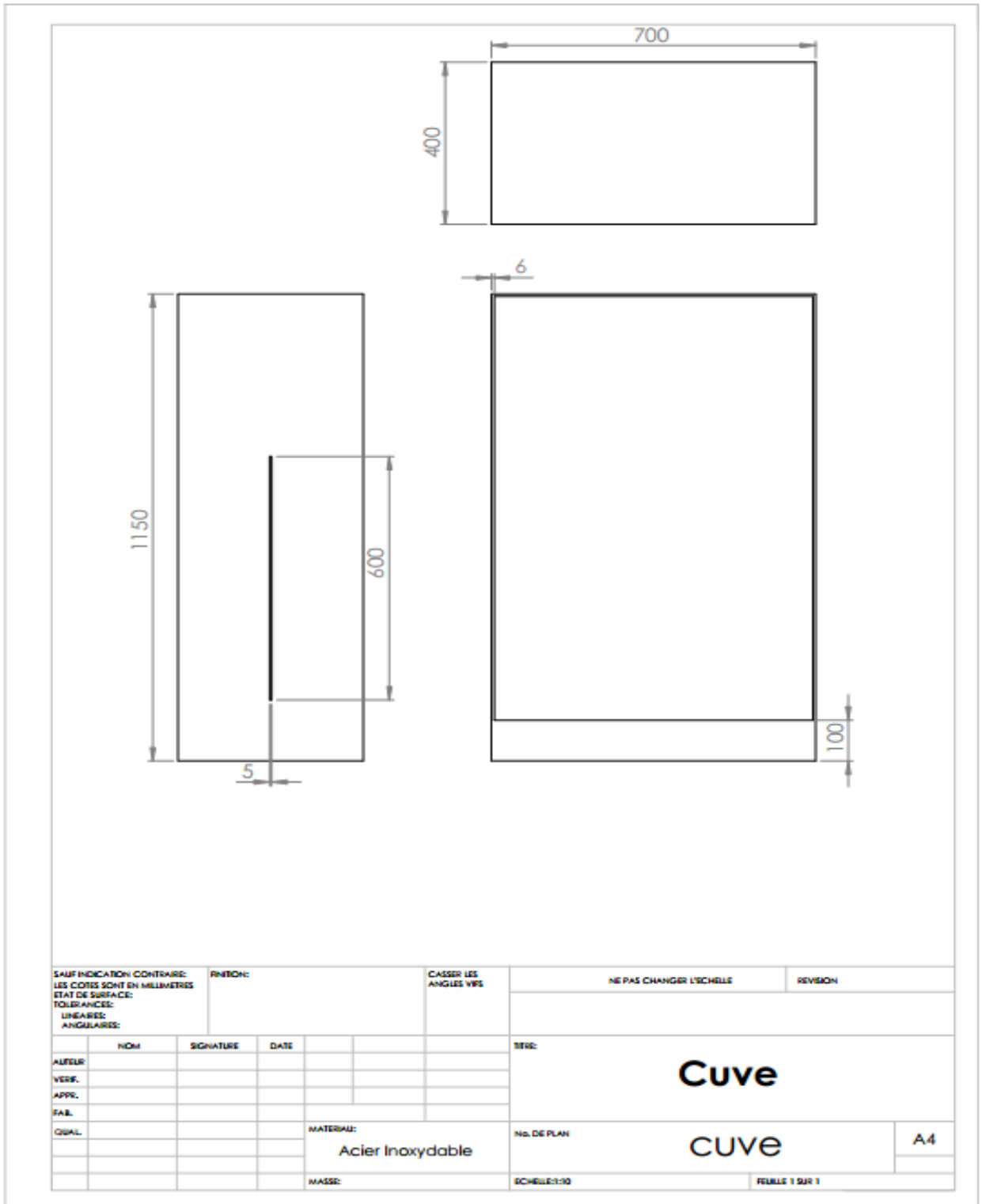
Annexe 1: Endoscope souple utilisé dans le service pneumologie



Annexe 2: Logigramme de la procédure de traitement manuel des endoscopes souples



Annexe 3: Dessin technique de la cuve



Annexe 4: Fiche et dessin technique de la charnière de sécurité

20/5/2016

Safety Switches for Hinged Protective Equipment

Safety Hinge Switch – SHS

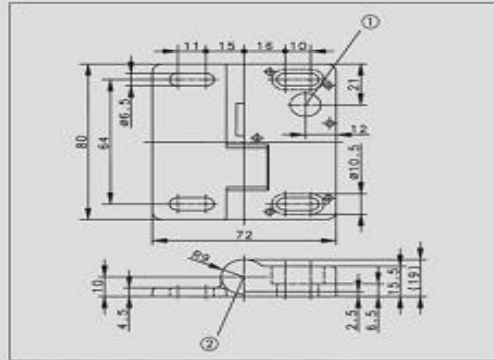


Illustration showing fixed pin and shearing bolt sheared off

- ① Position of connection variant 2, 5 and 6.
- ② Position of connection variant 1, 3 and 4.

Protective hoods and safety guards on machines such as gates in safety gate systems are often pivot mounted with hinges.

Since BERNSTEIN presented the world's first safety hinge switch SHS in 2002 it is hard to imagine modern production installations without it. It combines a hinge and safety switch in one single functional unit.

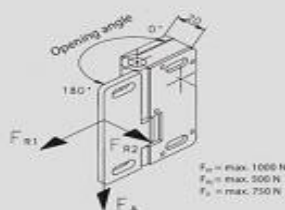
The design of the SHS safety hinge switch has been optimised to allow its effective use on aluminium section systems. Its shallow depth, even when fully opened, makes it ideally suited for use in constricted installation conditions on machines. Safety switches with separate actuators are often subjected to high mechanical stresses, especially when they are mounted on closing edges. The SHS hinge switch sets new standards. The safety guard is monitored directly in the hinge.

The concealed arrangement of the safety switch provides a high degree of protection against tampering. One or several SHS switches are used depending on control requirements.

In many applications the conventional load bearing hinge can be replaced by a blank hinge with identical design features as the safety hinge. This has significant rationalisation benefits. The only parameter you need to take into account is the maximum extension of the hinged safety equipment that results from the switching angle and the permissible safe opening in the area of the closing edges. The SHS hinge switch provides maximum anti-tamper protection as, once set, the switching point can no longer be changed.

Safe:

- 2 SHS hinge switches, each equipped with a positively opening safety contact, allows you to configure a system up to performance level e



Flexible:

- The angle range extends from 0 to 225°
- A safety device ensures positive locking after the switch has been set
- In addition to the plug connection version, an SHS with fixed cable connection at the rear is also available

Fast:

- Plug connector and fixed cable connections are available for axial and radial (rear) connection
- An AC/DC version (up to 250 V) or a DC version (up to 60 V) is available, depending on the configuration of the safety circuit

Reliable:

- A pressure die-cast zinc enclosure allows versatile use of the SHS switch in varied applications
- When used as a load bearing hinge, the SHS takes up loads of up to 750 N in axial direction and 1000 N in radial direction after the switching point has been finally set
- The protection rating is IP 67

98

1/2

Switching diagram

1 NC contact
(Type B)



1 Changeover contact
(Type C)



Setting point freely selectable
in range from 0°... 225°

Tolerances:

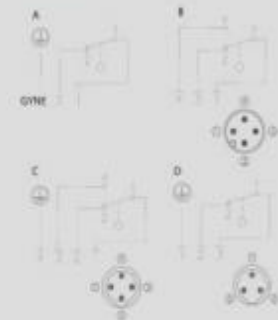
Switching angle (opening) +2.0°/-1.5°

Positive opening torque 10 %

Positive opening angle +0.5°/-3°

Switching angle hysteresis (closing of normally-closed contact -1.0°)
from typical hinge switch-off point

Connection drawing



Connection variant 1



Cable, PVC

Connection variant 2



Cable, PVC

Connection variant 3



Connector M12 x 1,
metal thread

Connection variant 4



Connector M12 x 1,
metal thread with
anti-tamper facility

Connection variant 5



Connector M12 x 1

Connection variant 6



Connector M12 x 1

Product selection

Article number	Designation	Switching contact	Max. switching voltage	Type of voltage	Connection variant		Required cable coupling / type	Remarks
					radial	axial		
6019261011	SHS-A1Z-KA 5	1NC	230 V	AC/DC	1	Cable		BG approval
6019261014	SHS-A1Z-KR 5	1NC	230 V	AC/DC	Cable	2		BG approval
6019261017	SHS-A1Z-SA-BG	1NC	230 V	AC/DC	4	M12	A	BG approval
6019261018	SHS-A1Z-SR-BG	1NC	230 V	AC/DC	M12	6	A	BG approval
6019261009	SHS-A1Z-SA	1 Changeover contact	230 V	AC/DC		3	M12	C
6019261010	SHS-A1Z-SR	1 Changeover contact	60 V	DC	M12	5		B
6019261015	SHS-A1Z-SA	1 Changeover contact	60 V	DC		3	M12	B
6019261016	SHS-A1Z-SR	1 Changeover contact	230 V	AC/DC	M12	6		C
6019291013	SHS-OZ							Blank hinge

Technical data

Electrical data	
Rated insulation voltage	U _i 250 V
Rated surge voltage strength	U _{sur} 2.5 kV
Thermal current	I _{th} 3 A
Rated operating voltage	U _e 230 V AC; 60 V DC
Utilization category	AC-15, 230 V AC/1.5 A;
Positive opening	☺ conforming to IEC/EN 60947-5-1, Addendum K
Short-circuit protection	Fuse 4 A gL/gG
Mechanical data	
Switch	GD-Zn
Ambient temperature	-25°C to +70°C (Connection cable installed)
Mechanical service life	10 ⁶ switching cycles
B10d	2 mil.
Switching frequency	max. 1200 switching cycles/hour
Mounting	4x M6 screws DIN 7984 or DIN 6912
Type of connection	Fixed connection cable, 3 x 0.5 mm ² x 5 m (AWG20), minimum bending radius = 25 mm
Weight	approx. 0.7 kg (cable variant) approx. 0.4 kg (connector and blank hinge variant)
Installation position	Any
Protection class	IP 67 as per IEC/EN 60529
Switching angle	± 3° from setting point
Positive opening angle	± 10° from setting point
Positive opening torque	1.5 Nm
Mechanical load	F ₀₁ = max. 1000 N, F ₀₂ = max. 500 N, F ₂ = max. 750 N

CONFIDENTIEL

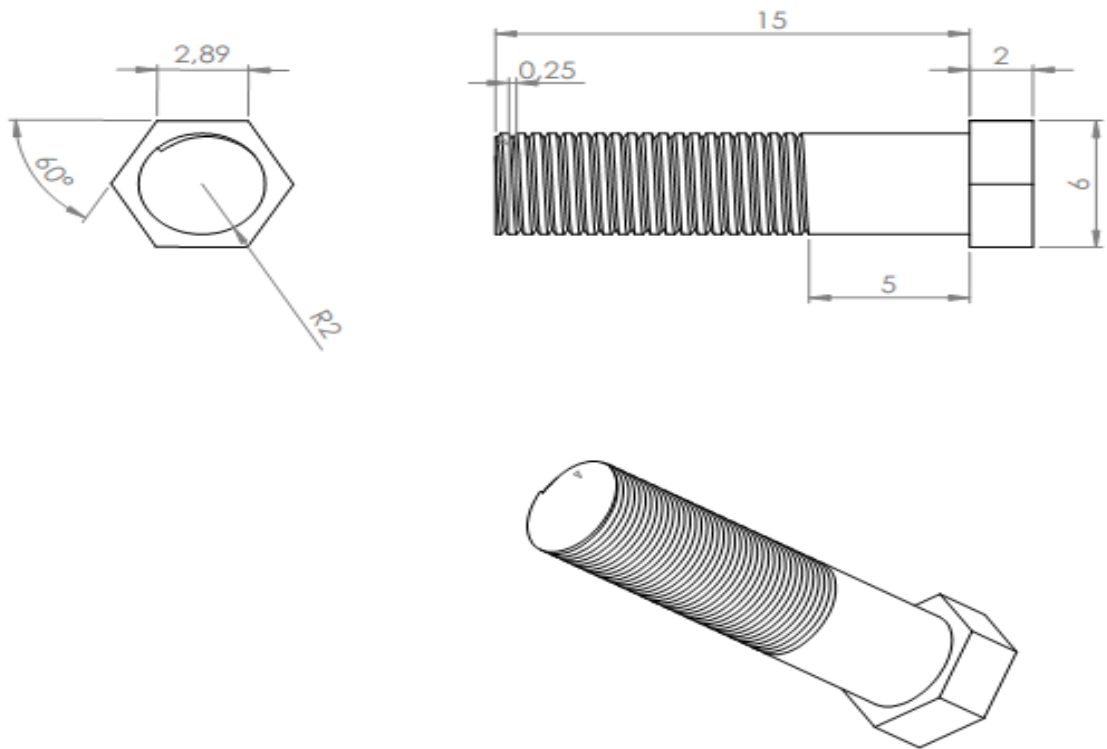
Annexe 6: Dessin technique de la porte fixe



Annexe 7: Dessin technique du porte endoscope

CONFIDENTIEL

Annexe 8: Dessin technique de vis D4



SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ETAT DE SURFACE:			FINITION:		CASSER LES ANGLES VRS		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION		
TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:											
AUTEUR	NOM	SIGNATURE	DATE				Vis D4				
VERIF.							Vis D4				
APPE.							Vis D4				
FAB.							Vis D4				
QUAL.							Vis D4				
						MATERIAU: Acier non allié		No. DE PLAN		A4	
						MASSE:		ECHELLES:1		FEUILLE 1 SUR 1	

Annexe 9: Dessin technique de l'écrou D4

SAUF INDICATION CONTRAIRE:
LES COTES SONT EN MILLIMETRES
ETAT DE SURFACE:
TOLERANCES:
LINEAIRES:
ANGULAIRES:

FINITION:

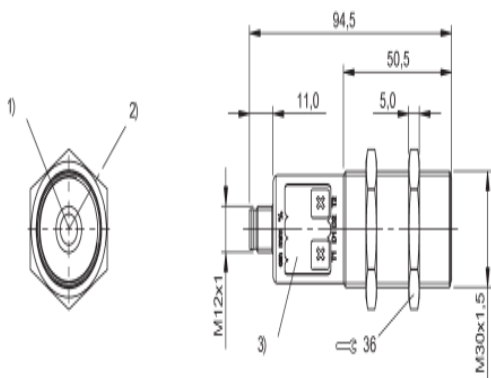
CASSER LES ANGLES VUS

NE PAS CHANGER L'ECHELLE

REVISION

AUTEUR	NOM	SIGNATURE	DATE		TITRE:
					Ecroue D4
					ecroue D4
				MATERIAU: Acier non allié	No. DE PLAN
				MASSE:	ecroue D4
					A4
					ECHELLE:10:1
					FEUILLE 1 SUR 1

Annexe 10: Caractéristiques et dessin technique du capteur à ultrasons



1) Axe convertisseur à ultrasons 2) Départ de connecteur 90° 3) Zone d'affichage et de commande

Caractéristiques mécaniques

Fermer ▼

Caractéristiques électriques

Fermer ▼

Compensation de température	yes, can be disengaged	Consommation de courant max.	80 mA
Dérive thermique typ.	< 2 % (0,17 %/°C sans comp.)	Courant de sortie max.	200 mA
Fidélité de répétition	±0,15 %	Fonction de commutation	Contact à fermeture / ouverture (NO/NF)
Matériau boîtier	Laiton, PBT, TPU	Fréquence de commutation f	25 Hz
Matériau face sensible	Mousse de PU, résine époxy, verre	Fréquence ultrasonore	320 kHz
Modèle	Cylindre, transducteur droit	Hystérésis H max.	3 mm
Portée max.	350 mm	Mode de fonctionnement	Barrage à réflexion Détecteur à réflexion (point d'action) Détecteur à réflexion (fenêtre)
Portée min.	30 mm	Ondulation résiduelle	±10 %
Portée Sn	250 mm	Sortie de commutation	PNP (1x)
Protection de surface	nickelé	Synchronisation	internal, max. 10 sensors
Résolution	0.025 mm	Temps de réponse max.	32 ms
Température de service max.	+70 °C	Tension d'emploi nom. Ue DC	24,0 V
Température de service min.	-25 °C	Tension d'emploi UB max. DC [V]	30 V DC
Température de stockage max.	85 °C	Tension d'emploi UB min. DC [V]	9 V DC
Température de stockage min.	-40 °C	Type de raccordement	Connecteurs
Type de connecteur	M12x1-S92		
Type de fixation	Ecrou M30x1,5		

CONFIDENTIEL

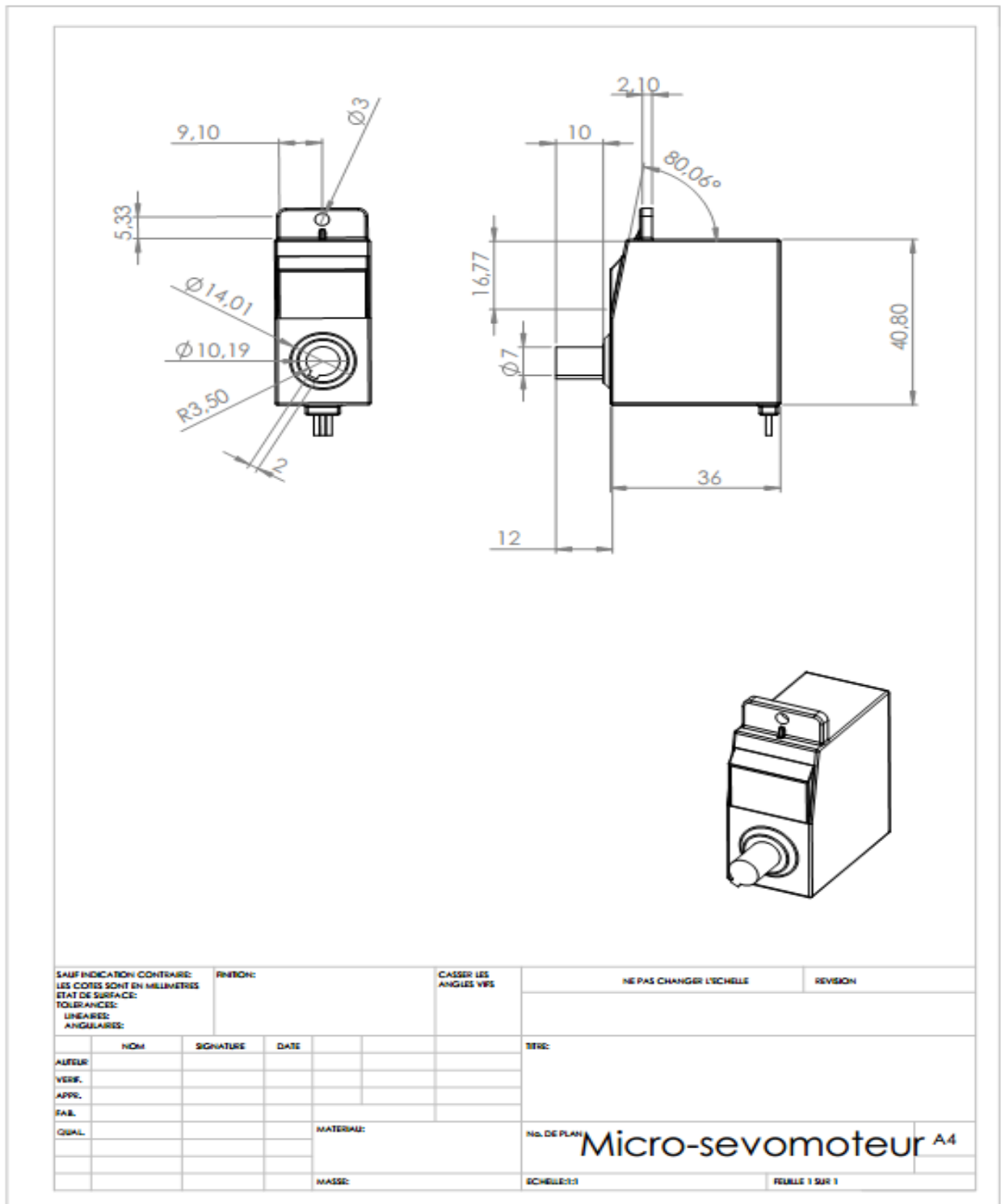


CONFIDENTIEL

Annexe 14: Dessin technique du système brossage



Annexe 15: Dessin technique du micro-servomoteur de type HSR1425R



Annexe 16: Dessin technique de la vis

$\varnothing 14$



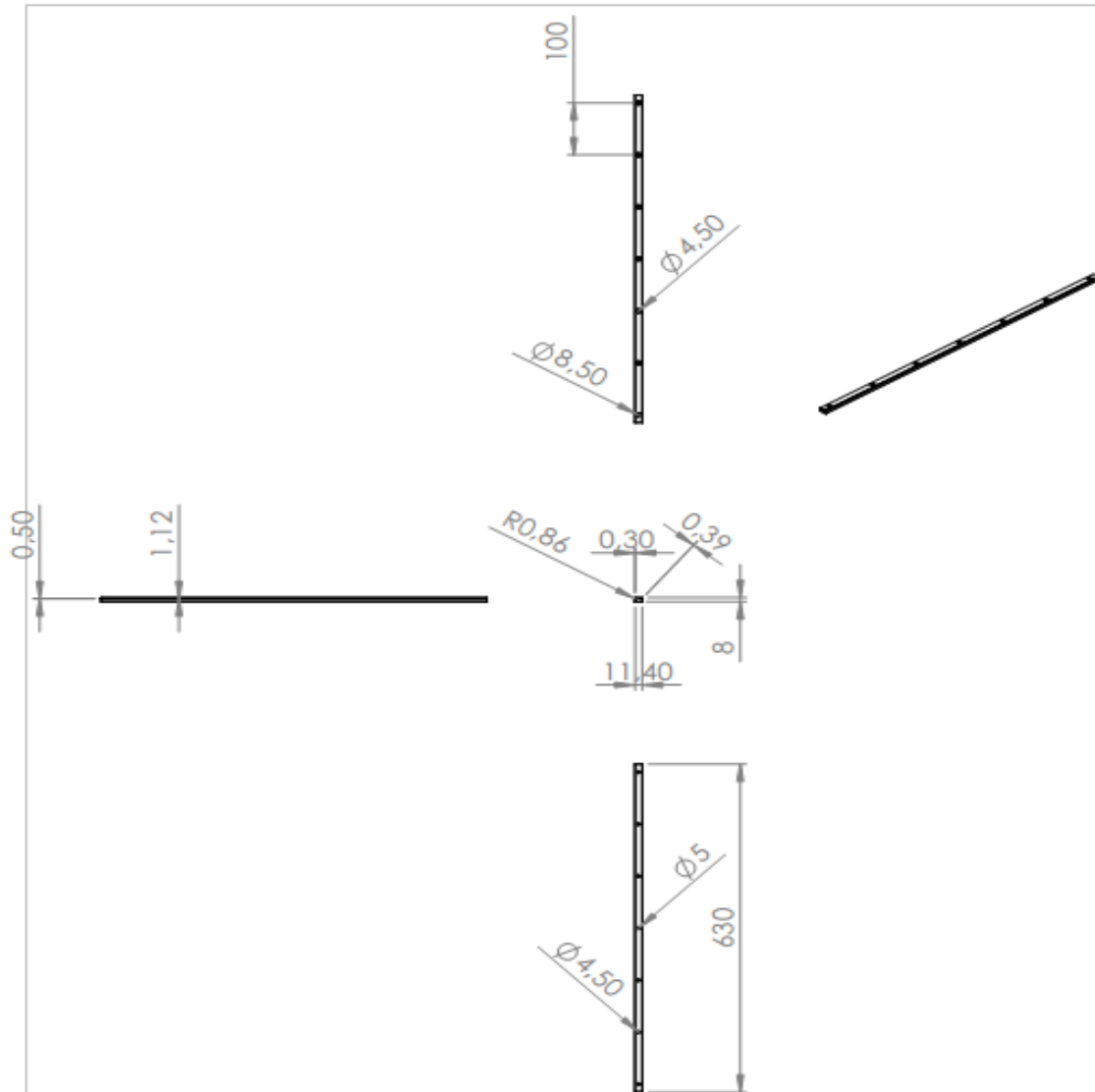
SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ETAT DE SURFACE: TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:		FINITION:		CASSER LES ANGLES VIFS		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
AUTEUR	NOM	SIGNATURE	DATE			TITRE:			
VERIF.									
APPE.									
FAB.									
QUAL.				MATERIALE:		No. DE PLAN		vis	
				MASSE:		ECHELLE:1:10		FEUILLE 1 SUR 1	
								A4	

Annexe 17: Dessin technique de l'écroue



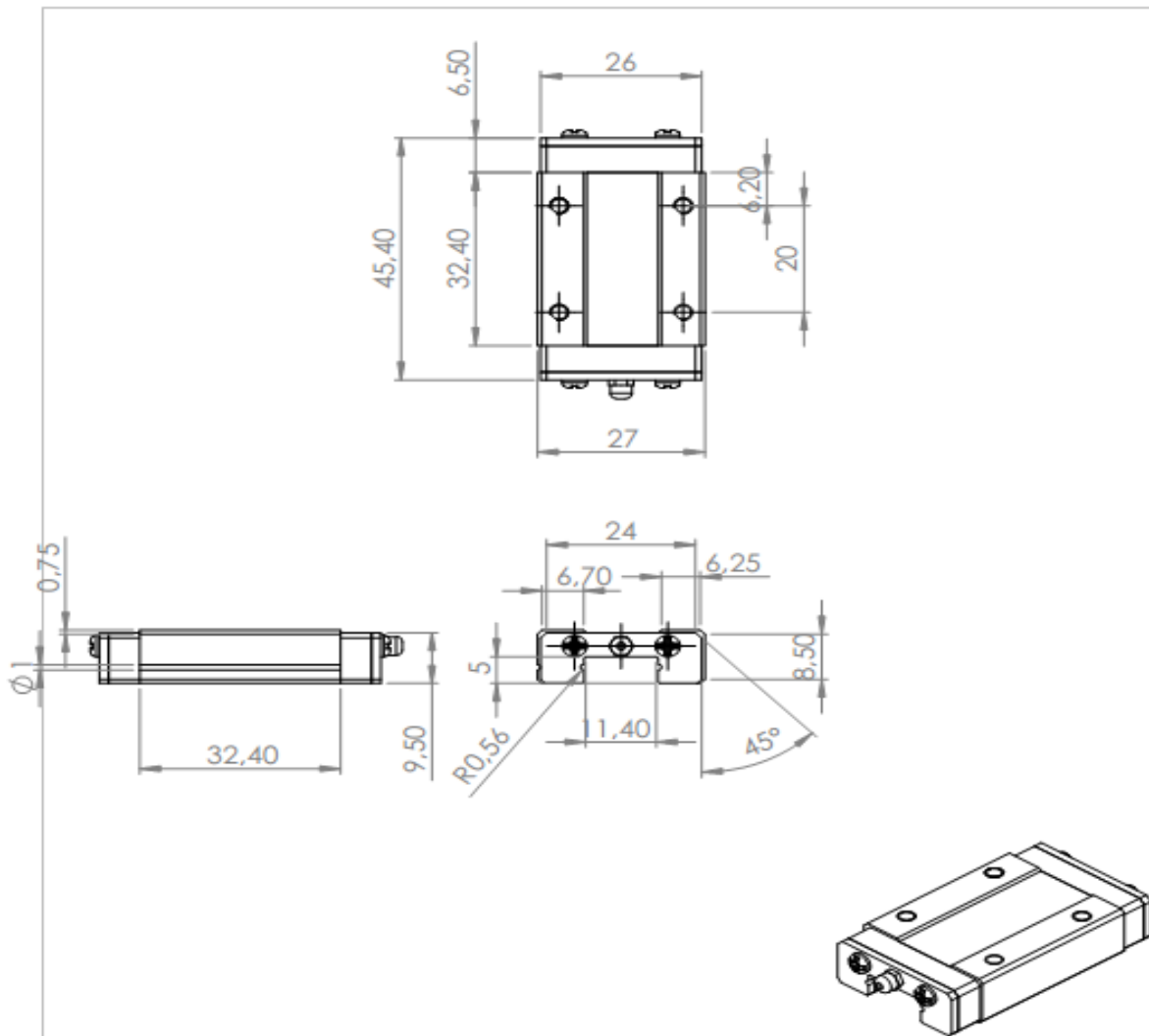
CONFIDENTIEL

Annexe 19: Dessin technique de la glissière



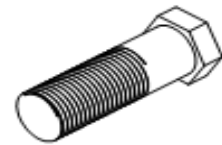
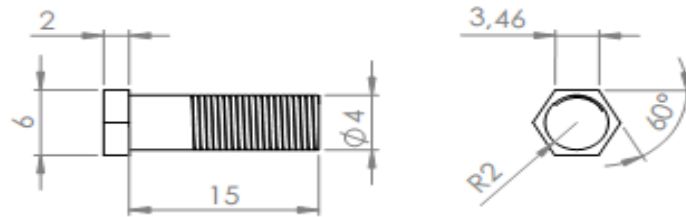
SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ETAT DE SURFACE: TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:		FINITION:		CASSER LES ANGLES VES		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
AUTEUR:		SIGNATURE		DATE		TITRE:			
VERIF.:									
APPE.:									
FAB.:									
QUAL.:				MATERIAU:		No. DE PLAN		A4	
Licence étudiante de SolidWorks n-olier						glissiere			
Utilisation universitaire uniquement						ECHELLE:1:10		FEUILLE 1 SUR 1	

Annexe 20: Dessin technique de la plaque glissante



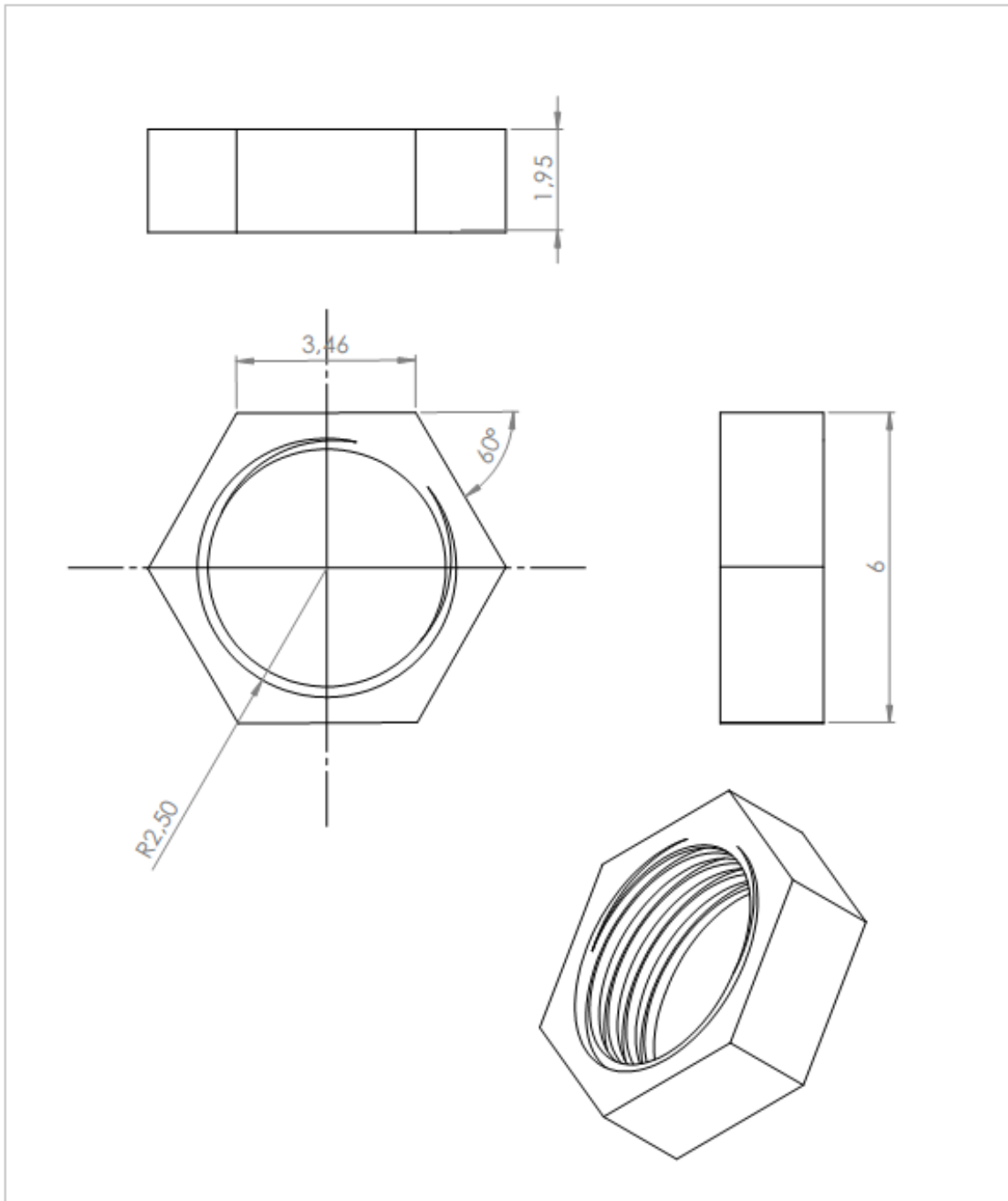
SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES		FINITION:		CASSER LES ANGLES Vifs		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
ETAT DE SURFACE: TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:									
AUTEUR	NOM	SIGNATURE	DATE			TITRE:			
VERIF.									
APPE.									
FAB.									
QUAL.				MATERIAU:		No. DE PLAN		A4	
Licence étudiante de SolidWorks Utilisation universitaire uniquement						Echelle: 1:1		FEUILLE 1 SUR 1	
						Plaque glissante			

Annexe 21: Dessin technique de vis D5



SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES		FINITION:		CASSER LES ANGES VES		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:									
AUTEUR	NOM	SIGNATURE	DATE			Vis D5			
VERIF.									
APPE.									
FAB.									
QUAL.				MATERIAU: Acier de construction		No. DE PLAN Vis D5		A4	
				MASSE:		ECHELLE: 1		FEUILLE 1 SUR 1	

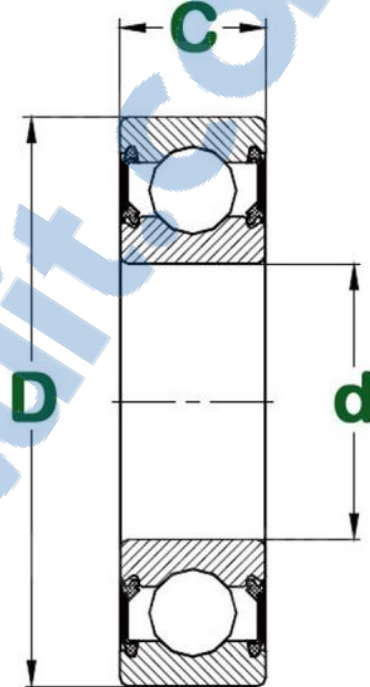
Annexe 22: Dessin technique de l'écrou D5



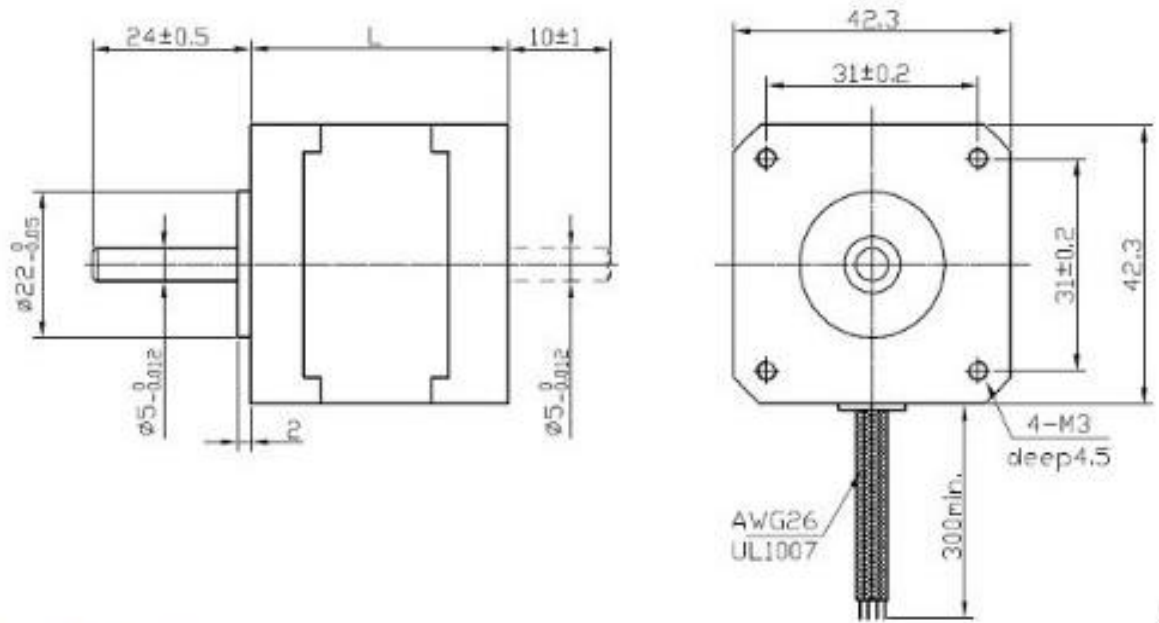
SAUF INDICATION CONTRAIRE: LES COTES SONT EN MILLIMETRES ETAT DE SURFACE:		FINITION:		CASSER LES ANGES VPS		NE PAS CHANGER L'ECHELLE		REVISION	
TOLERANCES: LINEAIRES: ANGULAIRES:									
AUTEUR	NOM	SIGNATURE	DATE			TITRE:			
VERIF.						No. DE PLAN			
APPR.									
FAB.									
QUAL.									
				MATERIAU: Acier de construction		Echelle: 10:1		FEUILLE 1 SUR 1	
				MASSE:		Echelle: 10:1		FEUILLE 1 SUR 1	
						Ecrou D5		A4	

Annexe 23: Fiche technique du roulement à bille de type 6202-2RS-14-C3

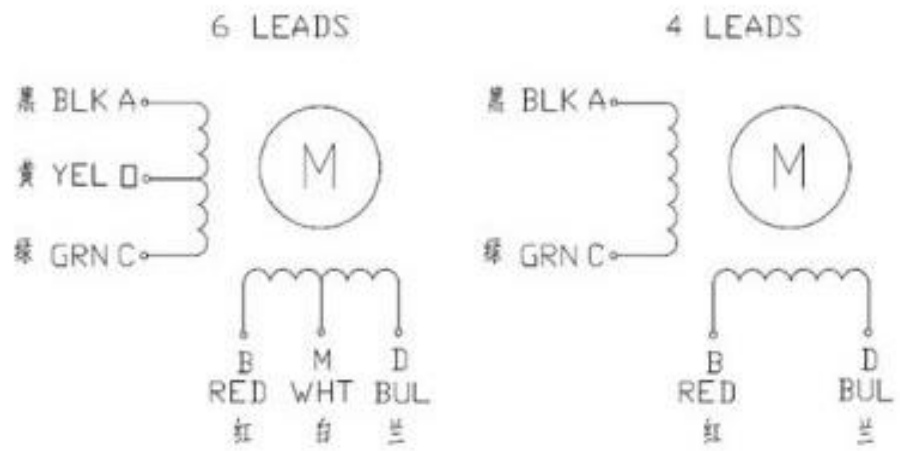
- Marque du roulement **Générique haute qualité**
- Type du roulement **1 rangée de billes**
- Jeu **C3 : haute vitesse**
- Type de cage **Acier**
- **d** - Diamètre intérieur (mm) **14**
- **D** - Diamètre extérieur (mm) **35**
- **C** - Epaisseur (mm) **11**
- Type d'étanchéité **2RS (étanche à l'eau des 2 côtés du roulement)**
- Roulement série **6200**



Annexe 24: Fiche technique du Moteur pas à pas de type JK42HS40-1704-13A



Wiring Diagram:->



Annexe 25: Fiche technique du coupleur MD-25C

19/5/2016



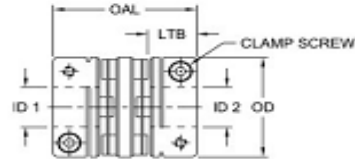
Motion Control MD Series Performance / Dimensional Data

MD Series - Mini Disc Clamp Style Coupling

The MD (mini disc) Series coupling features a higher torque capacity over elastomeric coupling types. The MD Series one piece clamping design allows for easy removal and assembly. The Aluminum hubs and stainless steel disc materials allow for excellent resistance to oil and other chemicals. The MD Series design offers moderate torsional stiffness for applications requiring repeatability. The MD Series also offers up to .020 inches of axial misalignment.

Features

- Zero backlash design
- Moderate torsional stiffness
- Aluminum hubs with stainless steel discs
- Moderate-high torque capabilities



MC

MD Series Performance Data

Size	Torque Nominal in-lbs*	Torsional Stiffness in-lb/rad*	Max RPM	Weight*		Moment of Inertia* lb-in ²	Misalignment		
				oz	g		Angular	Parallel in	Axial in
MD-19C	5	1,770	10,000	0.635	18	0.003	1.5°	0.005	± 0.20
MD-25C	9	3,963	8,000	0.862	25	0.009	1.5°	0.005	± 0.20
MD-32C	22	9,735	6,000	2.116	60	0.033	1.5°	0.005	± 0.20
MD-40C	31	12,390	5,000	3.527	100	0.065	1.5°	0.005	± 0.20
MD-50C	80	19,470	4,000	7.408	210	0.028	1.5°	0.005	± 0.20
MD-63C	111	26,550	3,000	11.993	340	0.718	1.5°	0.005	± 0.20

Notes: ■ * indicates: Nominal torque, torsional stiffness, weight and moment of inertia are based on minimum bore size.
■ Specify Bore sizes ID1 and ID2 when ordering.

MD Series Dimensional Data

Size	OAL		LTB		ID1 - ID2				OD		Clamp Screw Size
	in	mm	in	mm	Min Bore		Max Bore		in	mm	
					in	mm	in	mm			
MD-19C	1.063	27	0.315	8	0.157	4	0.315	8	0.748	19	M2
MD-25C	1.220	31	0.394	10	0.236	6	0.472	12	0.984	25	M2.5
MD-32C	1.575	40	0.472	12	0.315	8	0.591	15	1.260	32	M3
MD-40C	1.732	44	0.551	14	0.315	8	0.787	20	1.575	40	M4
MD-50C	2.244	57	0.709	18	0.551	14	0.984	25	1.969	50	M5
MD-63C	2.402	61	0.787	20	0.591	15	1.181	30	2.480	63	M6

MC-14

106

630-852-0500

Annexe 26: Caractéristiques et dessin technique du capteur poussoir Ref 835810

Références

Type	Particularités	Fonction
83 581 0 Poussoir en bout télescopique	Standard	I (Inverseur)

Caractéristiques

Conformité aux normes	NFC 20030 classe II
Degré de protection suivant CEI 60529	Enveloppe extérieure : IP57 Elément de contact : IP67

Caractéristiques électriques

Courant assigné d'emploi (Ie)	Standard : 8 A - 250 VAC Bi-niveau : 0,1 A - 250 VAC
Endurance électrique - Standard (cycles)	8 A - 250 VAC : 40000 5 A - 250 VAC : 100000
Endurance électrique - Bi-Niveau	Cette version est conçue pour fonctionner indifféremment sur des circuits bi-niveau (1 mA 4 V minimum) ou moyenne intensité (5A). Cependant, un produit donné ne doit commuter qu'un seul et même type de circuit pendant toute son utilisation.

Connexions

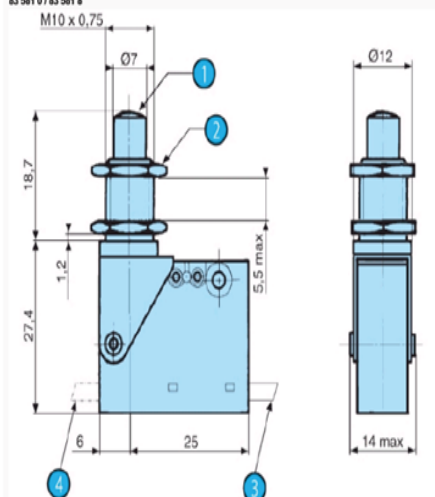
Connexion	Fils souple : PVC 3x1mm ² - Longueur 0,50m - Ø ext. 2mm (à droite ou à gauche) Câble : 3x0,75mm ² - Longueur 0,50m - Ø ext. 5mm (à gauche uniquement)
-----------	--

Caractéristiques mécaniques

Force de commande minimum (N)	5
Force de course totale minimum (N)	20
Course différentielle (mm)	1
Course travail minimum mm	2,5
Course totale maximum (mm)	5
Durabilité mécanique (cycles)	10 ⁵
Température d'emploi (°C)	-20 → +85
Masse (g)	40

Produit

83 581 0 / 83 581 8



N°	Légende
1	R10 sphérique
2	Ecrous 14 sur plats Epaisseur 2
3	Sortie droite
4	Sortie gauche